Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Morfološka varijabilnost divlje trešnje (Prunus avium L.) u Bosni i Hercegovini: Divlja trešnja

Ballian, Dalibor; Mikić, Todor; Hodžić Memišević, Mirzeta

2025

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/839

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/



Dalibor Ballian
Todor Mikić
Mirzeta Memišević Hodžić

MORFOLOŠKA VARIJABILNOST DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI

Fond za zaštitu okoliša
Federacije BiH

IMPRESSUM

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA
Morfološka varijabilnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini

IZDAVAČI: **Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine**
Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

ZA IZDAVAČA: **dipl.ing.šum. Vahidin Lušija (UŠIT FBiH)**
Acc. prof. dr. Muris Čičić (ANUBiH)

GODINA IZDANJA: **2025.**

RECENZENTI: **Prof. dr. Igor Poljak** (Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet)
Prof. dr. Jane Acevski (Univerzitet Sv. Kiril i Metodij u Skoplju, Šumarski fakultet)

TEHNIČKI UREDNICI: **Acc. prof. dr. Dalibor Ballian i Senada Jamaković, dipl.ing.šum.**

LEKTOR I KOREKTOR: **Andreja Dautović**

GRAFIČKI DIZAJN I PRIPREMA ZA TISAK: **Studio ART 7**

AUTORI FOTOGRAFIJA NA OMOTU: **Prof. dr. Faruk Bogunić, Acc. prof. dr. Dalibor Ballian, Doc. dr. Mirzeta Memišević Hodžić**

TISAK: **Štamparija Fojnica d.d. Fojnica**

NAKLADA: **200**

Projekat "Varijabilnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini" je sufinansirao Fond za zaštitu okoliša FBiH.

Fond za zaštitu okoliša
Federacije BiH

FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA FBiH
Telefon: **+387 (0)33 723 680;**
Fax: **+387 (0)33 723 688;**
E-mail: **info@fzofbih.org.ba;**
Adresa: **Hamdije Čemerlića 39A; 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina**

"Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Udruženja inženjera i tehničara šumarstva FBiH i Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine i ne predstavlja nužno stav Fonda za zaštitu okoliša FBiH". Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati ili na bilo koji način reproducirati bez dopuštenja autora ili izdavača.

ISBN 978-9926-8716-6-6 (Udruženje inženjera i tehničara šumarstva FBiH)
ISBN 978-9926-574-14-7 (Akademija nauka i umjetnosti BiH)

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 65890054

Dalibor Ballian
Todor Mikić
Mirzeta Memišević Hodžić

MORFOLOŠKA VARIJABILNOST DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI

Sarajevo
2025. godine

Dr. sc. TODOR MIKIĆ
15.07.1943 - 30.04.2022



PREDGOVOR

Pred nama se nalazi naučna monografija „Morfološka varijabilnost divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini. Ona je rezultat predanog višegodišnjeg rada tri generacije istraživača ove veoma karizmatične vrste drveća.

Divlja trešnja svima je poznata zbog svoje atraktivnosti u pejzažu, te ukusnih i zdravih plodova, a stručnjaci i zaljubljenici prirode znaju da su njene vrijednosti mnogo veće i opsežnije. Genetička istraživanja divlje trešnje kao jedne od najprisutnijih vrsta šumskog voća u bosanskohercegovačkim šumama značajna su iz više razloga, od kojih ćemo spomenuti samo najvažnije, a to su očuvanje genetičke raznolikosti i unapređenje selekcije i oplemenjivanja u svrhu postizanja što veće otpornosti na bolesti i štetnike, što bolje prilagodbe klimatskim promjenama te unapređenje kvaliteta drveta i plodova. Kako je rad na ovoj monografiji započeo kada i obimna istraživanja na ovoj vrsti početkom 1990-ih godina koja je započeo pokojni dr. sc. Todor Mikić, ona uključuje morfološka istraživanja, jer za molekularna istraživanja nije bilo uvjeta. Međutim, kroz dugogodišnja istraživanja autori su došli do zaključka da su rezultati morfoloških istraživanja veoma primjenjivi u svrhe oplemenjivanja i očuvanja genetičke raznolikosti pojedinih vrsta. Tako i rezultati ovih istraživanja mogu dati vrijedan uvid u unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini, kvaliteta i stabilnost populacija te služiti kao polazna osnova za selekciju i oplemenjivanje, kao i očuvanje genetske raznolikosti autohtonih populacija.

Knjiga je organizirana u osam poglavlja koja obrađuju osnovne informacije o divljoj trešnji, specifičnost sistema oplodnje, principe nasljeđivanja važnijih svojstava, biološko – uzgojna svojstva, ekološko – vegetacijsku pripadnost u Bosni i Hercegovini, dosadašnja istraživanja, te poglavlje sa preporukama za očuvanje varijabilnosti divlje trešnje.

Terenska istraživanja trajala su više godina i veliki je broj kolega koji zaslužuju biti pomenuti za podršku prilikom pronalaženja lokaliteta i sakupljanja uzoraka. Zahvalnost za ustupanje fotografija dugujemo prof. dr. Faruku Boguniću i Mr šumarstva Sulejmanu Sinanoviću.

Monografija je namijenjena studentima, naučnicima i stručnjacima šumarstva, hortikulture i srodnih disciplina, ljubiteljima prirode, i svima koji su zainteresirani za uživanje u blagodatima prirode i odgovorno postupanje prema njima. Kako je tema za Dan šuma 2025. godine bila „Šume i hrana" tako ovom monografijom želimo potaći odgovorno i održivo korištenje ovog prirodnog resursa.

U spomen na našeg profesora i kolegu, dr. sc. Todora Mikića,
Dalibor Ballian i Mirzeta Memišević Hodžić
Sarajevo, 02. travanj/april 2025. godine

SADRŽAJ

1. UVOD 11
1.1. Podrijetlo trešnje 17
1.2. Sistematika divlje trešnje (*Prunus avium* L.) 23
1.3. Taksonomske jedinice divlje trešnje sa njihovim osnovnim svojstvima 28
1.4. Rasprostranjenost divlje trešnje 31
1.5. Morfološka svojstva divlje trešnje 34
1.6. Ekologija divlje trešnje 38
1.7. Ekotipovi divlje trešnje 40
1.8. Genetska varijabilnost divlje trešnje 44

2. SPECIFIČNOST SUSTAVA OPLODNJE KOD DIVLJE TREŠNJE 49

3. NASLJEĐIVANJE VAŽNIJIH SVOJSTAVA DIVLJE TREŠNJE 53
3.1. Bujnost rasta 55
3.2. Pravnost debla 56
3.3. Monopodijalni rast 56
3.4. Nasljeđivanje oblika krošnje 57
3.5. Nasljeđivanje kuta insercije grana 57
3.6. Krupnoća ploda 57
3.7. Oblik ploda 57
3.8. Boja kožice i mezokarpa ploda 57
3.9. Ostala svojstva 57

4. BIOLOŠKO-UZGOJNA SVOJSTVA DIVLJE TREŠNJE 59

5. EKOLOŠKA-VEGETACIJSKA PRIPADNOST DIVLJE TREŠNJE 61

6. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA VARIJABILNOSTI DIVLJE TREŠNJE 85

7. MORFOLOŠKA VARIJABILNOST DIVLJE TREŠNJE U BOSNI I HERCEGOVINI 93
7.1. Početna istraživanja varijabilnosti morfoloških svojstava sjemena divlje trešnje 93

7.2. Varijabilnost nekih svojstava cvijeta divlje trešnje u središnjoj Bosni 102
7.3. Neki korelacijski odnosi između svojstava pupova, cvijeta i sjemena divlje trešnje iz populacije Mrkovići 115
7.4. Preliminarni rezultati istraživanja nekih morfoloških svojstava divlje trešnje u Bosni i Hercegovini 124
7.5. Morfološka varijabilnost ploda i sjemena divlje trešnje u dijelu njenog prirodnog rasprostranjenja u Bosni i Hercegovini 137
7.6. Diferenciranost populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini 139

8. PREPORUKE ZA OČUVANJE VARIJABILNOSTI DIVLJE TREŠNJE 155
8.1. Očuvanje genetske raznolikosti divlje trešnje 155
8.2. Model oplemenjivanja divlje trešnje 158
8.3. Morfološke razlike između populacija zbog različitih uvjeta okoline 162
8.4. Očuvanje morfološke raznolikosti 166
8.5. Očuvanje morfološke (genetske) raznolikosti prirodnim pomlađivanjem divlje trešnje 166
8.6. Očuvanje genetske raznolikosti umjetnim pomlađivanjem 167
8.7. Preporuke za održavanje raznolikosti populacija 168
8.7.1. Na temelju metoda izoenzimske analize 168
8.7.2. Adaptabilnost ispitivanih biljega 168
8.7.3. Izbor populacija i optimalnog broja biljaka u uzorku 169
8.7.4. Potvrda genetskog bogatstva u populacijama 170
8.7.5. Broj potrebnih populacija za banke gena in situ 172
8.7.6. Obnova genetskih potencijala divlje trešnje 172

9. LITERATURA 175

10. SAŽETAK 187

11. SUMMARY 197

1. UVOD

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) je vrsta koja je prisutna u svim tipovima šuma, ali možda je najviše nalazimo uz urbana područja. U razvoju civilizacije ova vrsta igrala je veoma važnu ulogu, ne samo zbog plodova već i zbog specifične građe drva koje se lako obrađivalo.

Divlja trešnja pripada rodu *Prunus* L. koji obuhvata veliki broj vrsta, oko dvije stotine, većinom listopadnih, a rjeđe zimzelenih, koje su prirodno rasprostranjene u sjevernoj hemisferi. U Europi je nalazimo u svim tipovima šuma gdje se nalazi pojedinačno ili u manjim skupinama. Ipak je najzastupljenija u toplim kontinentalnim šumama, većinom uz ljudska naselja, što je uvjetovano njenim prirodnim rasijavanjem sjemena, obzirom da su ptice iz porodice drozdova ključne u tim aktivnostima, a vezane su uz naselja, što je i značajan moment za rasprostiranje divlje trešnje.



Slika 1. Divlja trešnja na Kupresu kao važan element pejzaža (foto: Dalibor Ballian)

U zemljopisnom pogledu divlja trešnja se rasprostire od sjeverne Afrike, južne Španjolske, centralne Italije i Balkana na jugu, do južnih dijelova Skandinavskog poluostrva na sjeveru. Na istoku je rasprostranjena po srednjoj Aziji, ali samo uz rijeke. Ima je i u području sjeverozapadne Afrike, točnije u Maroku i na Atlaskom gorju u Alžiru (Russell 2003; Mratinić i sur. 2015; Welk i sur. 2016, 2021; Kavaliuskas i sur. 2020).

Među brojnim vrstama koje imaju koštuničave plodove, divlja trešnja se ističe svojom privrednom vrijednošću, jer je već stoljećima važna kako u poljoprivredi tako i u šumarstvu zbog vrijednog i traženog drva. U poljoprivredi, odnosno voćarstvu, divlja trešnja je rodonačelnik velikog broja najznačajnijih sorti trešanja koje se uzgajaju širom svijeta. Trešnja je jedna od najstarijih privredno iskorištavanih voćaka, jer već rimski filozof Plinije navodi da se na području Rimskog carstva koristilo šest sorti. Ona je već tada svojim prijatnim ukusom i ranim sazrijevanjem plodova, ali i samim izgledom, skrenula pažnju čovjeka.

Smatra se da je divlja trešnja šumska voćkarica sa šireg europskog prostora već tisućama godina. Razlog za tu tvrdnju leži u činjenici da su se u prapovijesno doba njeni plodovi koristili u ishrani, odnosno bili omiljeno voće stanovnika mlađeg kamenog doba koji su živjeli u sojeničkim naseljima zapadne i sjeverne Bosne, što potvrđuju pronađene sjemenke divlje trešnje u sojeničkim naseljima Ripča i Donje Doline (Maly 1904; Benac 1951). Kasnije, u rimskom periodu, ali i do kasnog srednjeg stoljeća, drvo je služilo za izradu vodovodnih cijevi. Pojavom vatrenog oružja povremeno su se od drva trešnje radili i topovi, koji su bili u uporabi za vrijeme ramazana za oglašavanje iftara. Ipak, najpoznatiji top od drveta divlje trešnje je bio "ilindenski top" u Makedoniji, čiji original se nalazi u Turskoj, a replika u Muzeju Jugoslavije u Beogradu.

Drvo divlje trešnje je cijenjeno i danas u preradi drveta jer služi pri izradi namještaja kao imitacija mahagonija, te na svjetskom tržištu postiže veliku cijenu. Također je traženo i kao sitno tehničko drvo, od kojeg se izrađuje posuđe za domaćinstvo, sanduci i kutije, lule i muštikle i sl.

Divlja trešnja stoga ima mnogostruki i veoma veliki značaj za ljudsko društvo, a u zadnje vrijeme sve je značajnija sa ekološkog motri-

šta. Njeni plodovi koriste se za ishranu ljudi i životinja, posebno ptica. Kao podloga za cijepljenje koriste se sijanci proizvedeni od formi divlje trešnje, glatke kore, sitnih, crnih, te slatkih ili gorkih plodova, koji kasno sazrijevaju. Zbog ranog i obilnog cvjetanja predstavlja odličnu pašu za pčele, ali ima i estetsku vrijednost za hortikulturu. Čaj od trešnjinih peteljki odličan je diuretik i regulator krvnog pritiska, kao i antioksidant, te preventiva od stomačnih parazita. Forme divlje trešnje crnih plodova koji sadrže veću količinu antocijana imaju dijetoprofilaktičko i dijeto-terapeutsko djelovanje na vid. Trešnja je u nekim zemljama veoma cijenjena i sa estetskog motrišta, pa tako u Japanu predstavlja jednu od najomiljenijih ukrasnih vrsta. Proljetni praznik *sakure* (naziv trešnje na japanskom jeziku) je u doba kad tamo cvjetaju trešnje, a proslavlja se uživanjem u ljepoti rascvjetalih trešanja punog cvijeta, posebno selekcioniranih za tu priliku. Inače, divlja trešnja se uzgaja u više od stotinu sorti i varijeteta, koji se mogu vidjeti u gotovo svim parkovima i avenijama. Na taj način je trešnjin cvijet postao i simbol Japana.

U znanstvenim radovima sa divljom trešnjom koji su provođeni je još davne 1954. godine, ona je proglašena "drvetom budućnosti" (Bejdi 1954), ali je to ubrzo zaboravljeno. Tako se u Europi o divljoj trešnji znalo veoma malo, a o njenoj poziciji u šum-



Slika 2. Skupina divljih trešanja kod Tarčina (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

skim ekosustavima nije se dovoljno vodilo računa, iako je ključna za neke ekosustave kojima daje stabilnost i vrijednost. Kako u Europi, tako se divljoj trešnji kao šumskoj vrsti u šumama Bosne i Hercegovine nije poklanjala velika pažnja. Zakonom o šumama stavljena je na listu voćkarica koje su pod zaštitom, odnosno bila je zabranjena njena sječa. Ipak, nakon agresije na Bosnu i Hercegovinu u periodu od 1996-2000. godine u BiH su praktično posječena sva vrijedna stabla divlje trešnje koja su mogla poslužiti za izvoz, te je ozbiljno narušen njen genofond.

Kada je u pitanju hortikultura, divlja trešnja je veoma pogodna za podizanje drvoreda i parkovskih skupina. Također ima i svoje mjesto u krajobraznom šumarstvu, za poljozaštitne pojaseve, te gradske i prigradske šume, jer pored svoje dekorativnosti, ona je još medonosna i ljekovita vrsta, sa jestivim plodovima, a daje traženu i jako vrijednu drvnu masu.

Kada je u pitanju prinos drva, divlja trešnja se svrstava u skupinu brzorastućih vrsta, s kratkom ophodnjom koja traje od 40-60 godina, te kao takva ima svoje mjesto u plantažnoj proizvodnji drva i biomase, dok su u tom slučaju plodovi nusprodukt koji stvara dodatni prihod. Nažalost, malo se radi na njenoj selekciji po pitanju brzog rasta i prinosa plodova.

Ekološka pozicija trešnje u šumskim ekosustavima vrlo je značajna zbog svoje prilagodljivosti, jer je nalazimo od ravničarskih poplavnih šuma uz riječne tokove do područja visokoplaninske bukve, na granici šumske vegetacije. Ipak se najčešće javlja na rubovima šuma i na mjestima gdje se zadržavaju ptice koje su glavni prenosioci sjemena, a u čijim životima igra veoma bitnu ulogu, kao značajan izvor hrane.

Prva istraživanja varijabilnosti divlje trešnje u BiH započeta su 1990. godine, kada je provedena primarna selekcija. Tada je sakupljen veoma vrijedan materijal i odgajano half-sib potomstvo od preko 200 familija (Mikić 1991) (Prilog I). Radovi su prekinuti usljed ratnih događanja u BiH, a podaci i veći dio proizvedenog potomstva su uništeni, dok je jedan dio iskorišten za hortikulturu nakon rata.

Prilog I

U okviru Konzorcija DC VII, za šumarstvo i preradu drveta, a u okviru Naučnog projekta "Primjena metoda oplemenjivanja u podizanju intenzivnih kultura šumskog drveća u cilju povećanja proizvodnje drvne mase sa kratkim produkcionim periodom" u periodu 1989-1992. godine (četvrti mjesec), vršeno je i "Izučavanje genetskog varijabiliteta divlje trešnje i njegovo korištenje" (Mikić 1991).

Koristeći iskustva drugih zemalja gdje se ranije krenulo sa izučavanjem genetskog varijabiliteta divlje trešnje, posebice iskustva iz Njemačke, Francuske, Italije i Engleske, krenulo se u taj obimni posao.

Odgovorni istraživač Mr. sci. Todor Mikić, pristupio je ovom poslu dosta studiozno tako da je vrlo brzo izvršeno kandidiranje 767 stabala širom Bosne i Hercegovine.

Kod kandidiranja i selekcije nije se pristupilo prema klasičnom kriteriju koji se koristi u selekciji, natprosječna visina i prsni promjer, odnosno da se izdvajaju stabla koja su za jednu standardnu devijaciju veća od prosjeka (x+1s). Razlog tome je u velikom utjecaju zoogenih i antropogenih čimbenika na stabla divlje trešnje. Isto tako nije se mogla primijeniti metoda selekcije putem komparativnih stabala.

Primijenjen je sljedeći princip selekcije kod kandidiranja stabala:

- Veliki visinski prirast
- Monoradijalno grananje
- Tanke grane
- Kratke grane
- Grane u pršljenima
- Urod

Kandidiranje stabala divlje trešnje obavljeno je na sljedećim lokalitetima:

-	Lopare	40 stabala
-	Gračanica	64 stabala
-	Doboj	180 stabala
-	Teslić	170 stabala
-	Čelinac	60 stabala
-	Sarajevo	85 stabala (lokaliteti Jasik i Petrovići)
-	Sokolac	110 stabala
-	Kalinovik	58 stabala
	UKUPNO:	767 stabala

Selekcija je obavljena na sljedećim lokalitetima:

- Sokolac 22 stabla
- Sarajevo 52 stabla
- Kalinovik 22 stabla

Sa selekcioniranih stabala obrađen je sabrani materijal (409 kg plodova), i dobijeno je 62,5 kg sjemena, koje je kasnije obrađeno, stratifikovano i zasijano u rasadniku u Busovači.

Obrađeni plodovi i sjeme su pokazali da je divlja trešnja vrlo polimorfna vrsta i sve je ukazivalo da treba pristupiti taksonomskim istraživanjima. Također su ustanovljene i razlike u populacijama u kojima je selekcioniran dio stabala.

Obrađena su sljedeća svojstva plodova i sjemena:

- Masa plodova potrebnih za 1 kg sjemena
- Ukus ploda i boja
- Broj plodova u 1kg
- Apsolutna masa sjemena (masa 1000 sjemenki)
- Radiografska analiza sjemena

Ova istraživanja su prekinuta ratom tako da je sav materijal propao, i nije se moglo nastaviti sa daljnjim istraživanjima.

U poslijeratnom periodu nedostatak sredstava onemogućio je veće radove sa divljom trešnjom, ali se pristupilo lokalnim istraživanjima morfoloških i genetskih parametara (Ballian 2000, 2002 i 2004; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2012; Ballian i Mujagić-Pašić 2013).

Literaturni podaci o morfološkoj varijabilnosti divlje trešnje su vrlo oskudni te se mogu naći samo opšti podaci za određena svojstva, prije svega o listu, sjemenu, te nešto malo o cvijetu (Jovanović 1956, 1971, 2000; Brus 2004, 2008; Idžojtić 2013; Mratinić i sur. 2015; Welk i sur. 2016, 2021; Kavaliuskas i sur. 2020), i o veličini ploda, koji služe za taksonomiju divlje trešnje. Tako se za divlju trešnju sitnih plodova, koji su u zrelom stanju crne boje, kaže da je to varijetet *Prunus avium* var. *actiana* L. (Herman 1971), ili čista divlja trešnja. U susjednoj Srbiji su urađena dva magistarska rada koja su se bavila istraživanjem varijabilnosti

divlje trešnje, ali su i ta istraživanja bila ograničena na relativno mala područja (Rakonjac 1993, Jovković 1999). Ipak, u novijem istraživanju od strane Mratinić i sur. (2015), prikazano je da se obradilo mnogo više populacija iz cijele Srbije.



Slika 3. Divlja trešnja kod Turbeta (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Kod nas je čest naziv za divlju trešnju - trešnja vrapčara, što ne odgovara stvarnosti, jer vrapci ne koriste plodove divlje trešnje za ishranu. Uglavnom plodove divlje trešnje za ishranu koriste krupnije ptice (golubovi, drozdovi, čvorci, šojke), kao i mali sisari, te lisice, medvjedi i divlje svinje. Poznato je iz prakse da samo plodovi koji su prošli kroz probavni sustav ptica ili drugih životinja imaju sposobnost uspješnog klijanja. Kod plodova koji opadnu, u mesnatom dijelu ploda (mezokarpu) dolazi do fermentacije šećera u alkohol, što toksično djeluje na klicu i ubija je. Kako plodovi igraju značajnu ulogu u ishrani životinja, one su širioci divlje trešnje. Najveću ulogu u rasijavanju i širenju divlje trešnje imaju ptice, jer za kratko vrijeme, dok je sjeme u fazi probavljanja, mogu preletjeti velike razdaljine. Zbog toga je trešnja, kao i druge vrste sitnih plodova, predmet brojnih istraživanja koja tretiraju migraciju drveća (Hampe 2003).

1.1. Podrijetlo trešnje

Podrijetlo divlje trešnje je dugi niz godina bilo u centru pažnje brojnih znanstvenika, ali i dalje o tome postoje dvojbe. Veliki problem za objašnjavanje podrijetla je njen brzi tok gena, koje peludom prenose

pčele, a većim dijelom sjemenom koje prenose ptice, kao i veoma složen genetski reguliran sustav oplodnje. Ovdje se treba osvrnuti i na pitomu trešnju, jer ona i njeni kultivari vode izravno podrijetlo od divlje, nastali povijesnom selekcijom te se ne mogu odvojeno razmatrati. Važno je napomenuti da na temelju iskustava iz prakse sjeme kultiviranih trešanja daje pomladak divlje trešnje u manjem ili većem učešću.

Zbog toga danas o podrijetlu divlje trešnje u znanstvenoj literaturi postoje različiti podaci. Još u prošlom stoljeću ruski znanstvenici Vavilov (1935) i Žukovsky (1971) u svojim djelima navode da je mjesto podrijetla divlje trešnje u maloj Aziji i Kavkazu. Oni navode da je bliskoistočni centar domovina europskog voćarstva, te da su stare civilizacije, od Hetita, Persijanaca, Feničana, Egipćana i Grka odigrale ključnu ulogu u kultivaciji divljih vrsta. U svom djelu Vavilov (1935) navodi da su sa tog područja potekle prve sorte jabuke (*Malus*), kruške (*Pyrus*), dunje (*Cydonia*), šljive, trešnje i višnje (*Prunus*), badema (*Amygdalus*), oraha (*Juglans*), lijeske (*Corylus)*, drijena (*Cornus*), smokve (*Ficus*) i nara (*Punica),* kao i grožđa (*Vitis*). Na temelju toga autor dalje razmatra i njihovo širenje mediteranskim područjem, te kasnije širom kontinentalne Europe.

Kada je u pitanju Kavkaz sa svojim šumskim prostranstvima, posebno pod listopadnim šumama (Mišić 1987) sa preko 2,5 miliona hektara, tu se nalaze prave šume divlje kruške, divlje jabuke, džanarike, trnjine, lijeske i drijena. To ukazuje da je to moguća postojbina divlje trešnje. Šume voćaka, odnosno šumskog voća su uglavnom na visinama od 900 do 1300 m nad morem. Danas se divlja trešnja susreće sporadično na masivu Kavkaza do 1980 m nadmorske visine. Temeljem rečenog i danas se na području Malog Kavkaza u Gruziji i Armeniji mogu naći svi stupnjevi evolucije voćarstva, od šuma divljih voćaka do pravih zasada nastalih cijepljenjem raznih kultivara šumskih voćkarica.

Prema Žukovskom (1971) istočni mediteranski centar je i centar genetske raznolikosti mnogih voćaka, među kojima navodi i divlju trešnju. Međutim, Mišić (1982) preciznije navodi da divlja trešnja potječe iz male Azije i Transkavkaza, odnosno iz južne i središnje Europe, te time potvrđuje navode Vavilova (1935).

U novije vrijeme Watkins (1976) navodi da prva ishodišna diploidna vrsta roda *Prunus* vodi podrijetlo iz Azije, ali ne precizira koji je to dio. Interesantno je tu da on za vrste iz sekcije *Eucerasus,* gdje dolaze vrste *P. avium*, *P. cerasus* i *P. Fruticosa*, navodi samo da su nastale od jednog zajedničkog pretka.

Janick (2011) navodi da prema švicarskom znanstveniku De Condolleu iz njegova djela divlja trešnja vodi podrijetlo iz područja Kaspijskog mora, istočnih padina Kavkaskog masiva. Navodi da su kultivirane forme stare preko 2000 godina, te raznošene širom Mediterana a kasnije i širom Europe brojnim trgovačkim putovima. Za razliku od njega Ninkovski (1998) za divlju trešnju smatra da potiče iz pontijske oblasti sa crnomorskog primorja, odnosno sa zapadnih padina Kavkaskog masiva i zapadnih padina Malog Kavkaza, te je smješta u okolinu grada Kerazosa ili Cirazuma, koji se danas nalazi u Turskoj i nosi ime Girezum.



Slika 4. Naličje lista divlje trešnje (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Po toponimu Kerazosa ili Cirazuma, ime trešnja u svim europskim jezicima sadrži osnov te riječi i više ili manje se prilagodila jezičkim osobenostima pojedinih naroda. Kod Slavena zadržala se osnova "čer" ili je permutovala red slova u "čre". Lapčević (1923) navodi da se trešnja na srednjovjekovnim spomenicima označava kao "čerečna, črešna ili crešna". Kasnije je od te riječi nastala riječ trešnja. U slovenačkom jeziku se izgubilo slovo "r" i tako je ostao naziv "češnja". U romanskim jezicima se također zadržala osnova "čer", odnosno "per" (na francuskom "ser" odnosno seriz. U italijanskom jeziku taj izraz je pretrpio veću promjenu tako da je prihvaćen današnji književni oblik "ciliegio" (čiljego). U germanskoj skupini jezika osnova "ker" se pretvorila u "kir" tako da se na njemačkom za trešnju kaže Kirsche a na nizozemskom Kers. Na svim europskim jezicima, bez obzira na njihovo podrijetlo, korijen izraza za trešnju predstavlja toponim grada odakle je trešnja prvo prenijeta u Grčku a zatim u Rim.

Iako je Vavilov (1935) kao centar nastanka divlje trešnje naveo prednju Aziju i Kavkaz, postoje indicije da bi ovaj centar mogao biti negdje u Istočnoj Europi, jer je u šumama Europe egzistirala divlja trešnja mnogo prije nego što su se kultivirane sorte ove voćke pojavile na europskom tlu. O tome postoje podaci u arheološkim nalazima iz neolita (Benac 1951). Njihove plodove su narodi koji su naseljavali ovaj dio Europe redovito koristili u ishrani.

Civilizacije Male Azije su cijeneći odlike i vrline divlje trešnje intenzivnom selekcijom došle do kvalitetnih sorti. Poznavanje vještine cijepljenja i vegetativnog razmnožavanja povaljenicama, omogućilo je da se odabrane individue sačuvaju, razmnože i daljim odabiranjem oplemene. Stoga se s pravom može reći da je podrijetlo kultivisanih (a ne divljih) trešanja iz Male Azije i okoline crnomorskog pristaništa Kerazosa, tj. današnjeg Girezuma. Ta lokacija je poslužila da naučnici ovoj vrsti daju i njen botanički naziv: *Cerasus avium* Moench. Međutim, još uvijek se botaničari drže starog botaničkog opredjeljenja zasnovanog na rodu *Prunus: Prunus avium* L. ili *Prunus avium* Spach.

Više od 2000 godina podaci o trešnjama se mogu naći u spisima. Prve autentične podatke o trešnji je ostavio grčki filozof i prirodnjak Teofrast iz Erozosa (370-285. godine p.n.e.), koji je bio učenik Aristotela. On se nije upuštao u detaljni opis tipova i sorti, već ih sve navo-

dio kao "trešnje". Ferkl (1958) u svom radu navodi grčkog gramatičara Athenazosa (170-230. godine n.e.) koji je u svom djelu "Deipnosophistai" naveo trešnje, kao i da je prvi opisao neke sorte trešnje. Dosta ranije Diphilos iz Siphniosa, suvremenik Aleksandra Makedonskog i kralja Lisimaha (361-281. godine p.n.e.) navodi, prema Bargioniu (1982), da su među boljim trešnjama "crvene" i "miletske" (nazvane po Miletu, antičkom grčkom gradu u Maloj Aziji). Ovo ukazuje da su trešnje još u to doba bile poznate u Grčkoj, a vjerojatno i u nekim od starih grčkih kolonija širom Mediterana.

Međutim, rimski pisac Marcus Parcius Colon (244-149. godine p.n.e.) u svom djelu "De agricultura" uopće ne spominje trešnju, dok čuveni rimski povjesničar Marcus Terencius Varron (116-27. godine p.n.e.) u svojoj knjizi o poljoprivredi spominje trešnje samo jednom i to sa preporukom da ih treba saditi u doba kad je dan najkraći (u mjesecu prosincu).

Opširniji prikaz o trešnji u Italiji može se naći u obimnom djelu Gaja Plinija Drugog (23-79. godine n.e.). On u svom djelu "Historia naturalis", prema Ferklu (1958), u IV knjizi u XII poglavlju navodi da prije poraza Mitridata od strane Lukula (680 godina poslije osnivanja Rima, ili 74 godine p.n.e.) u Italiji nije bilo trešanja. Prema Pliniju trešnju je Lukul u Rim donio iz Pontske oblasti, odnosno sjeveroistoka Male Azije. Navode o nepostojanju trešnje u Italiji prije Lukula pobija rimski gramatičar Marcus Honoratus Servius (u IV stoljeću). U svom komentaru o Vergilijevim basnama iznosi da je u Italiji postojala trešnja i prije Lukula. Mada ovaj autor piše o vremenu prije nekoliko stoljeća, ipak se može pretpostaviti da je Likul u Italiju donio neke bolje kultivare trešnje, krupnijeg ploda, ljepšeg izgleda i prijatnijeg ukusa i mirisa.

Prema Dimitrovskom (1958) na Balkanu je Kliment Ohridski svojim učenicima propovijedao o iskustvima u uzgajanju voćaka. O tome i danas postoje stari pisani dokumenti. Oni potječu od ohridskog arhiepiskopa Teofilakta (iz polovine XI i početka XII stoljeća), inače poznatog bizantskog pisca. On je ostavio više pisama o prilikama u krajevima gdje je dosezala njegova crkvena vlast. U jednom takvom pismu piše Klimentu Ohridskom, inače reformatoru glagoljice u ćirilicu: "*I ne treba se uopće čuditi njegovom zalaganju da usmjeri ljudski um ka svje-*

tlosti i čovječnosti jer je njegova zemlja bila obrasla divljim voćem. Oskudijevala je u plemenitim plodovima i on ju je obogatio njima, prenoseći iz grčkih zemalja svakojake vrste blagorodnih voćaka i cijepljenjem od divljih načinio rodne voćke."



Slika 5. Divlja trešnja kod Cazina (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

1.2. Sistematika divlje trešnje (*Prunus avium* L.)

U suvremenoj biljnoj sistematici koristi se filogenetski sustav koji se počeo razvijati krajem 19. stoljeća pod utjecajem Darvinovog učenja.

Ipak je Engler kreirao prvi filogenetski sustav u sistematizaciji bilja koji je bio u uporabi do 1966. godine, a i danas se ponegdje koristi, mada pokazuje određene nedostatke i prevaziđenost. Međutim, i pored toga što su u tom određenom razdoblju shvatanja i pristupi svrstavanja pojedinih biljaka po Engleru bili objektivni i prihvatljivi, danas su mnoga svojstva koja su uzimana kao svojstva primitivnosti i evolucijske starosti prevaziđena i čak kod mnogih vrsta demantirana, kao i određene suprotnosti koje su se vremenom javile u suvremenoj sistematici biljaka.

Tako se 1966. godine pojavljuje prvi suvremeni filogenetski sustav Tahtadžana (1967), ali i ovaj sustav pokazuje nedostatke i nije mogao da zadovolji suvremene potrebe sistematike bilja. Tako isti autor razvija i daje na uporabu drugi sustav 1978. godine, poznat kao sistematika Magnoliophyta, koji je ustvari dopuna prvog filogenetskog sustava sistematike bilja iz 1966. godine.

Taj novi sustav na bazi današnjih saznanja vrlo dobro prikazuje filogenetske veze i odnose skrivenosjemenica (*Angiospermae*). Prepoznatljivost Tahtadžanovog sustava je u tome što su uvedene i nove sistematske jedinice, kao što su nadred (*superordo*) i podrazred (*subclassis*), a sve kategorije više od roda (*genus*) nazvao je po imenu roda uz dodavanje odgovarajućih nastavaka, te se na taj način otklanjaju uočeni nedostaci ranijeg sustava.

Za sistematiku divlje trešnje Engler je dao klasičan pregled svih taksona koji počinje razredom *Dicotyledoneae*, a završava vrstom *Prunus avium* L., odnosno sortom ili kultivarom kao najnižom taksonomskom jedinicom.

Kod Tahtadžana u prvom sustavu ne daje se potpuni pregled taksonomskih jedinica za divlju trešnju, nego on počinje tek sa podrazredom *Rosidae*, a završava podporodicom *Prunoideae*, s tim da navodi da postoji 115 rodova u porodici, sa oko 3000 vrsta. U ovom nepotpu-

nom sustavu nama je ostavljeno da sami riješimo pitanje roda, odnosno da izvršimo svrstavanje u kom rodu će se nalaziti naša vrsta, divlja trešnja (*Prunus avium* L.).

U svom drugom sustavu, odnosno sustavu *Magnoliophyta* iz 1987. godine, Tahtadžan daje pregled taksonomskih jedinica od reda *Rosales* do podroda *Cerasus*, pa se može smatrati da je sistematika strogo definirana i razrađena. Sistematske jedinice više od reda preuzimaju se iz prvog sustava, a jedinice niže od porodice su detaljno razrađene.

Shematski pregled dijela taksonomskih jedinica prema navedenim autorima je sljedeći:

Prema Engleru

Razred	*Dicotyledoneae* Brongniart (1843)
Red	*Rosineae* Engler (1892)
Porodica	*Amygdalaceae* Engler (1892)
Podporodica	*Prunoideae*
Rod	*Prunus* Linnaeus (1753)
Podrod	*Cerasus*
Vrsta	*Prunus avium* Linnaeus (1753) – divlja trešnja
Sorta	*"Julijana", "Duracina"* - kultivari

Prema Tahtadžanu

Razred	*Magnoliatae (Dicotyledoneae)* Brongniart (1843)
Podrazred	*Rosideae* Takhtajan (1997)
Nadred	*Rosanae* Engler(1892) Takhtajan (1997)
Red	*Rosales* Engler(1892)
Porodica	*Rosaceae* Dumortier (1829)
Podporodica	*Prunoideae* Takhtajan (1997)
Rod	*Prunus* Linnaeus (1753)
Podrod	*Cerasus* Takhtajan (1997)
Vrsta	*Prunus avium* Linnaeus (1753) – divlja trešnja

Od predočenih sistematika bilja prihvatljivija je sistematika po Tahtadžanu iz 1967. godine, sistematika *Magnoliophyta*, iz razloga što današnji filogenetski sustavi koriste više svojstava za razvrsta-

vanje pojedinih biljaka u određene taksonomske jedinice. Tako se danas u velikoj mjeri koriste i podaci o anatomskoj građi biljaka, o svojstvima peludi, nastanku muških i ženskih spolnih organa, klice, endosperma, broj i građa kromosoma, a u novije vrijeme i određena biokemijska svojstva, produkti metabolizma, fermentni sustavi itd. Također se koriste podaci ekologije i fitogeografije, paleobotanička saznanja i sl., što daje potpuniju sliku o sistematskoj pripadnosti vrste u suvremenom filogenetskom sustavu, za razliku od starog koji je baziran samo na morfologiji vrsta. Međutim, u novije vreme sistematičari (Pejkić 1980 i Jovanović 2000) su podrod *Cerasus* raščlanili radi lakšeg pregleda na sekcije i to:

I Sekcija ***Microcerasus*** Webb & Berthel. 1842

Prunus basseyi (*P. pumula* D. Waugh, *P. prunela* Daniels), Kanada, SAD.
Prunus glandulosa Thunb. (*P. japonica* Rehd. Ne Thund., *Cerasus b.g.* Loisel.) Kina, Japan.
ssp. albiplena Koehne (*Cerasus jap. multiplex* Ser., *albopleno* Lem.)
Prunus humilis Bge. (*P. bungei* Walp.) Sjeverna Kina.
Prunus incana (Pall.) Batsh. (*Cerasus j.* Spach., *Amygdalus j.* Pall.), Jugoistočna Europa, Zapadna Azija.
Prunus jacquemontil Hook. (*Cerasus j.* Buser), Sjeverozapadni Himalaji.
Prunus japonica Thunb. (*P.j. eujaponica faurieri* Koehne), Kina, M. Azija.
ssp. makaii (Levl.) Rehad. (*P.m.* Level)
Prunus microcarpa C. A. Mey (*Cerasus m*. Noiss.) Mala Azija.
Prunus prostrata Labill. (*Cerasus p.* Loisel.) Mediteran, Mala Azija.
Prunus pumula L., SAD.
ssp. susquehanae (Wild.) Joeg. (*P. cuneata* Raf.).
Prunus tometosa Thunb. (*Cerasus t.* Wall., *P. trichocarpa* Bg.) Kina, Japan, Himalaji.

II Sekcija ***Pseudocerasus*** Koehne 1913

Prunus campanulata Maxim. *(P. ceraseidos* Koidz), Sjeverni Japan, Tajvan.

Prunus canescens Bois, Kina.
Prunus serasoides D. Don. (*P. puddum* Brandis.), Himalaji.
Prunus dawyckensis Sealy.
Prunus incisa Hunb. (Cerasus Loisel.), Japan.
Prunus nipponica Matsum. (*P. iwagiensis* Konhne, *P. nikkonensis* Koemne), Japan.
ssp. kurilensis (Miyabe) Wils.
Prunus sargenti Rehd. (*P. serrulata sachalinensis* Wils., *P. sachal* Koidz.) Japan, Sahalin.
Prunus serrulata Lindl. (*C.s.* G. Don, *P. mutabilis* Miyoshi, *P. pseudocerasus* Hort. ex Lindl.), Japan, Kina, Koreja.
ssp. spontanea (Maxim) Wils. (*P. tenuiflora* Koehne.).
ssp. lannesiana (Carr.) Rehd. (*Cerasus*. Carr., *P. l.* Wil., *P.s.l.* Koehne).
Prunus sieboldii (Carr.) Wittm. (*P. pseudocerasus* Maxim.), Japan.
Prunus subhirtella Mig. (*P. migueliana* Maxim.), Japan.
ssp. pendula (Maxim.) Tanaka (*P. itasakura* Sieb.).
Prunus yedoensis Matsum., Japan.

III Sekcija ***Lobopetalum*** Koehne 1913

Prunus centabrigiensis Stapf. (*P. pseudocerasus* Koidz., ne Lindl.), Kina.
Prunus involucrata Koehne, Kina.
Prunus pseudocerasus Lindl. (*P. pauciflora* Bge.), Sjeverna Kina.

IV Sekcija ***Eucerasus*** Koehne 1913

Prunus avium L. (*Cerasus a.* Moench.), Europa, Zapadna Azija, Kavkaz.
ssp. decumana (Mord. dr Launay Dipp. (*P. macrophylla* Poir.)
ssp. nana Bean.
ssp. plena (West.) Schneid. (*P. a.* Ftpl., *Cerasus a. multiplex* Ser.).
Prunus cerasus L. (*Cerasus vulgaris* Mill.), Zapadna Azija, sjeveroistočna Europa.
ssp. austera L.
ssp. carponiana L. (*P. acida* Ehrh.) Dum.
ssp. frutescens Neilr. (*P.c. homilis* Bean).
ssp. semperforens (Ehrh.) W. Koch (*P.s.* Ehrh).

Prunus fruticosa Pall. (*P. chamecerasus* Jacq., *P. intermedia* Poir., *Cerasus f.)* Europa i Sibir.

V Sekcija ***Mahaleb*** Foske

Prunus mahaleb L. (*Cerasus m*. Mill.), Europa, zapadna Azija.
Prunus ermarginata (Hook) Walp., SAD.
Prunus pensylvanica L. (*P. persicifolia* Dest., *Cerasus p.* Loisei, *Cerasus borealis* Michx.), Kanada, SAD.
Prunus prunifolia (Greane) Shafer (*P. mollis* Walp. ne Torr,), Kanada, SAD.

VI Sekcija ***Phyllocerasus*** Koehne 1913

Prunus pilosiuscula Koehne *(P. venusta* Koehne), Kina.

VII Sekcija ***Phyllomahaleb*** Koehne 1913

Prunus maximowicii Rupr., Mandžurija, Koreja, Japan.
Prunus pleiocerasus Koehne



Slika 6. Japanska trešnja u cvatu (foto: Dalibor Ballian)

Prema Rehderu (1954) u okviru vrste *Cerasus avium* Moench. (*Prunus avium* L.) moguće je izdvojiti sljedeće varijetete:

Cerasus avium (L.) Moench. var. *splendifolia* (Kirch.) Jacq.
Cerasus avium (L.) Moench. var. *salifolis* Dipp.
Cerasus avium (L.) Moench. var. *decumana* Dipp.
Cerasus avium (L.) Moench. var. *plena* (West)
Cerasus avium (L.) Moench. var. *pendula* (Ser.)
Cerasus avium (L.) Moench. var. *nana* Deau
Cerasus avium (L.) Moench. var. *juliana* (L.) W. Koch
Cerasus avium (L.) Moench. var. *duraciana* (L.) W. Koch
Cerasus avium (L.) Moench. var. *actiana* (L.) Scheid.

1.3. Taksonomske jedinice divlje trešnje s njihovim osnovnim svojstvima

Magnoliopsida prevladavaju već od srednje krede kao najbrojnija skupina kopnene flore Zemlje. Njihovo filogenetsko podrijetlo je još nerazjašnjeno, ali mnogo toga govori u prilog postanka od šireg srodstvenog kruga pteridosperma (*Lyginopteridate*). Vremenska pojava pteridosperma (gornji devon) karbon-jura odnosno angiosperma (trijas, jura) kreda-danas dobro se uklapa u takvo gledište.

Do sada poznajemo oko 226.000 vrsta skrivenosjemenjača koje i danas žive, no smatra se da ih ukupno ima 250.000-300.000. Ovaj veliki broj vrsta sakupljen je u više od 10.000 rodova i više od 300 porodica. Klasa *Magnoliopsida* je sa začuđujućom raznolikošću životnih oblika, te je proširena u svim životnim prostorima biosfere i prevladava u većini biljnih zajednica na kopnu. Nijedna druga skupina biljaka nema ni približno takvo neposredno značenje za čovjeka kao angiosperme s velikim brojem korisnih i kultiviranih biljaka. Iako tako brojne, još nisu dovoljno istražene, a o njihovom sistematskom raščlanjenju još se čak i o općim pitanjima mnogo raspravlja. Njihovo filogenetsko podrijetlo je još uvijek nepotpuno riješeno.

Ovdje ćemo prikazati osnovne taksonomske jedinice kod divlje trešnje prema Systema Naturae 2000 (Classification), a uz to uvažavajući Tahtadžanov sustav (Takhtajan 1967, 1997). Tako ćemo u na-

stavku shematski prikazati slijed taksonomskih jedinica divlje trešnje, s osnovnim svojstvima pojedine taksonomske jedinice.

Carstvo *Plantae*, Haeckel (1866)
Razred *Tracheophyta*, Sinnott (1935) ex Cavalier-Smith (1998)

Odjeljak: *Spermatophyta*, sjemenjače pokazuju heteromorfnu izmjenu generacija, s gametofitom i sporofitom, a uz to i odgovarajuću izmjenu faza, s haplofazom i diplofazom.

Pododjeljak: *Magnoliophytine (Angiospermae),* karakterizira mnoštvo oblika listova. Još nije jasno koji je oblik primitivniji, a listovi su cjeloviti ili rastavljeni. Sjemeni zameci su uvijek zatvoreni u plodniku (skrivenosjemenjače). Cvjetovi su pretežno dvospolni. Treba istaći dalju redukciju gametofita. Gametofit je ograničen na nekoliko stanica od kojih se samo jedna razvija u jajnu stanicu. Nakon oplodnje, spajanjem sa spermalnim stanicama, razvija se embrion, ali i druga spermalna stanica vrši neku vrstu oplodnje (stapanjem sa sekundarnim jezgrom embrionove kese, tj. odvija se dvostruka oplodnja), čime se osigurava stvaranje sekundarnog endosperma. Takvo skraćenje razvoja gametofita osigurava, uz ostalo, bitno ubrzanje spolnog razmnožavanja.

Razred: *Magnoliatae (Dicotyledoneae*), sjeme klija s dvije supke. U stablu je prisutan otvoren sustav sprovodnih snopića. Obično se razvija glavni korijenski sustav. Stablo i korijen imaju sekundarno debljanje. Lišće sa pretežno izraženom nervaturom. Cvjetni dijelovi najčešće četvoro ili petočlani. Razred ima oko 270 familija sa oko 120.000 vrsta.

Podrazred: *Rosidae (Rosiflorae),* predstavnici ovog podrazreda svojstveni su i po pojavi centripetalnih zametaka prašnica u sekundarno poliandričnim cvjetovima kao i pretežno cikličnih i prostolatičnih cvjetova, te stvaranjem vrčasto udubljenih ili pločasto proširenih cvjetišta sa diskusnim tvorevinama, centralno marginalnom placentacijom i čestom redukcijom broja sjemenih zametaka.

Nadred: *Rosanae*, zbog velikog mnoštva oblika podrazred *Rosidae* (koji je prilično provizorno sastavljen) svrstan je u nadredove. Nadred *Rosanae* stoji pri tome na početku podrazreda zbog još slabo sraslih

hirokarpnih plodnih listova, brojnih sjemenih zametaka i često sekundarno poliandričnog andrecija.

Red: *Rosales*, nema više endosperma u sjemenki.

Porodica: *Rosaceae*, obuhvaća preko 120 rodova sa više od 2.000 vrsta zeljastih biljaka, grmlja i drveća. Prema građi cvjetišta dijeli se u podporodice.



Slika 7. Divlja trešnja na Raduši (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Podporodica: *Prunoideae*, obuhvata veliki broj rodova. Ovu podporodicu karakteriziraju monokarpne koštunice (koštunjičavo voće), koje nastaju od plodnog lista koji nije srastao sa udubljenim cvjetištem. Mezokarp je jako sočan i jestiv, a endokarp tvrd i sadrži jednu sjemenku.

Rod: *Prunus* L., ime je dobio po peteljci na plodu. Obuhvata oko 200 vrsta, većinom listopadnih, a rjeđe zimzelenih vrsta drveća i grmlja. Cvjetovi s jednim tučkom, s izdijeljenim stupićem. Cvjetovi su poligamni, građeni od pet listića i latica, mnogobrojnih (10 i više) peludnica i jednog slobodnog tučka s produžnim vratom. Plodnica se sastoji od jednog plodnog lista. Smještena je većinom u vrčastom udubljenom cvjetištu, ali nije s njim srasla nego je slobodna. Nakon oplodnje uvenu i otpadnu svi dijelovi cvijeta osim plodnice, koja se razvije u jednosjemeni plod, i to većinom u sočnu koštunicu. Klijanje je nadzemno. Listovi su naizmjenični i jednostavni.

Podrod: *Cerasus* Pers., cvjetovi bijeli ili ružičasti, većinom u grozdovima. Plodovi nisu izbrazdani, glatki su i sjajni.

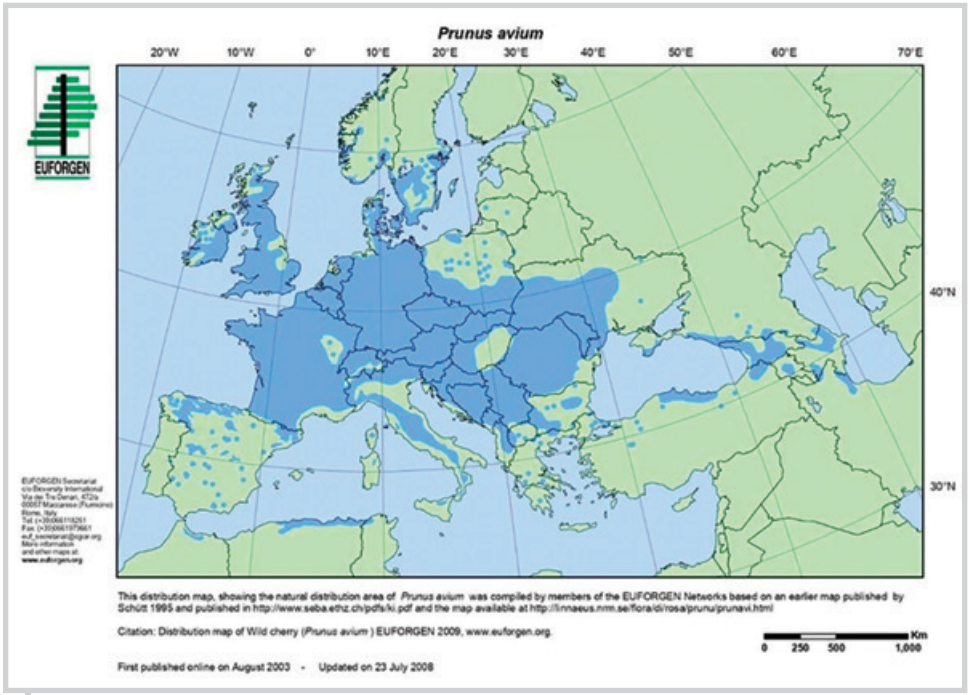
Sekcija: *Eucerasus* Koehne., ima pojedinačne pupove. Listovi su tupo nazubljenog ruba. Cvjetovi su u sjedećim štitićima, ponekad s trajnijim involukrumom na osnovi.

Vrsta: *Prunus avium* L., opis i ekologija divlje trešnje dati su u narednim poglavljima.

1.4. Rasprostranjenost divlje trešnje

Prema jednom starom navodu Hedricka (1915) područje rasprostiranja divlje trešnje zahvata srednju Europu, veći dio zapadne carske Rusije (prema podacima iz stare literature) i srednje Azije, na istoku čak do sjeverne Indije, uključujući tu i prostor između Kaspijskog i Crnog mora. Danas taj dio nekadašnje carske Rusije pripada Poljskoj, zapadnoj Bjelorusiji i većem dijelu Ukrajine.

Prema nekim suvremenim autorima (Russell 2003; Welk i sur. 2016, 2021) prirodne populacije divlje trešnje nalazimo rasprostranjene od zapadnog dijela Azije do sjevernog dijela Afrike. Rasprostiranje divlje



Slika 8. Mapa rasprostiranja divlje trešnje prema Euforgenu (Russell 2003)

trešnje kreće se od 30˚ - 60˚ geografske širine. Isti autori navode da je njeno rasprostiranje u vertikalnom pogledu i do 1900 m nadmorske visine, prema istraživanjima u Francuskoj, te da arheološki i fosilni podaci ukazuju da je prirodna postojbina divlje trešnje sjeverozapadna i centralna Europa. Prema istraživanjima u BiH koja nisu publikovana, areal divlje trešnje počinje od rijeke Save, pa do 1400 m nadmorske visine, a ponekad i sve do granice sa šumama četinjača, mada se i unutar šuma četinjača mogu naći pojedinačna stabla.

Međutim, Bojkov i Zahov (1952) navode da je krajnja granica u visinskom pogledu rasprostiranja 1500 m nadmorske visine na prednjim Alpama, a na južnim Alpama čak do 2000 m nadmorske visine, dok Stanković (1981) navodi da trešnja može da se nađe do 1400 metara nadmorske visine. Za rasprostiranje divlje trešnje ne možemo reći da je u potpunosti istraženo, nego se u novije vrijeme radi na tome da

se opiše i zaokruži njen stvarni obuhvat. Divlja trešnja se nalazi u fazi ekspanzije odnosno brzog toka gena, te će se tek u budućnosti moći zaokružiti njeno rasprostiranje.

Divlja trešnja raste gotovo u čitavoj Europi, od sjeverne Afrike do južne Švedske i Norveške, odnosno na sjeveru se javlja do 61° sjeverne zemljopisne širine (Pejkić 1980). Također raste u sjevernoj Maloj Aziji, na Kavkazu i na prostoru sjeverozapadnoga Irana (Slika 8). Kod nas se pojavljuje većinom pojedinačno, vrlo rijetko u većim skupinama, većinom u mješovitim skupinama niskih šuma i u srednjim šumama. Kada je u pitanju toplina staništa nalazimo je podjednako u mezofilnim i u toplijim šumama, obično s hrastom kitnjakom i grabom, te u brdskim šumama bukve, gorskog javora i bijelog jasena i dr. gdje je pomiješana pojedinačno. Također se javlja i u šumskim rubnim asocijacijama, na mjestima zadržavanja ptica, odnosno na rubovima šuma, te u poljskim međama i sl. Interesantno je da je u južnim dijelovima Bosne i Hercegovine ne nalazimo, odnosno u Hercegovini južnije do Dabarskog polja, te jugozapadno od Rakitskog polja, kao i od Bijelog polja sjeverno od Mostara pa nizvodno dolinom Neretve. Ovo je veoma interesantno, jer se u toj zoni uzgajaju pitome trešnje koje su genetski povezane s divljom trešnjom. Ekološki uvjeti su osnovni čimbenik koji limitira rasprostiranje divlje trešnje u našoj zemlji.



Slika 9. Divlja trešnja kod Kaknja (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

1.5. Morfološka svojstva divlje trešnje

Divlja trešnja je listopadno drvo do 20 (25) metara visoko, promjera od 50 cm, a dostiže starost od preko 90 godina (Herman 1971; Jovanović 1956, 1971, 2000; Brus 2004, 2008; Idžojtić 2013; Welk i sur. 2016, 2021; Kavaliuskas i sur. 2020).

Russell (2003) i Pintarić (2002) navode da divlja trešnja u starosti 60-80 godina naraste od 20-25 metara a dostiže prsni promjer od 50-70 cm. Pojedinačna stabla mogu da narastu i 35 metara u visinu, s promjerom od 120 cm. Isti autori navode da je životni vijek divlje trešnje od 70-100 godina. Divlja trešnja je brzorastuća vrsta. Već oko 40. godine starosti završava najveći prirast u visinu, a poslije daljih 20 godina on je uglavnom završen. Ima dobru izdanačku snagu, te se sreće i u niskim šumama. I prema Pignattiu (1982) postiže visine od 20-25 m a u boljim uvjetima i do 26 m a promjer varira od 40-90 cm.

Drvo je pravo i punodrvno. Krošnja je široka i nepravilna, u sastojini visoko nasađena, s mnogobrojnim granama i rijetkim lišćem. Grane su kod tipične vrste raspoređene u pršljenovima i s osovinom debla zaklapaju kut od 90°. Grane su većinom kratke i tanke. Divlja trešnja ima izrazito monopodijalni rast. Kora je u mladosti glatka i sjajna, kožasta, crvenkasto-siva sa širokim lenticelama, a ljušti se u horizontalnim prstenastim trakama.

U starosti se javlja i ispucala mrtva kora. Korijenski sustav divlje trešnje sastoji se od grubog isprepletenog korijenja koje se dijelom rasprostire u širinu, a dijelom prodire duboko u tlo kada su tla dubokog profila. Na kamenim podlogama korijen je plitak i široko razgranat. Na dubljim tilima korijenski sustav je srcastog tipa.

Grančice su gole, svijetlosive boje. Pupoljci su zašiljeni ili jajolikočunjasti s oko šest i više golih ljuski, intenzivno smeđe boje, ponekad smeđe-crvenkaste, ali im je rub često sive boje.

Pupoljci su često nagomilani na bazi dugačkih izbojaka, pa se iz njih razvijaju prividni pršljenovi grana. Na kratkim izbojcima po pravilu je samo jedan pupoljak. Postoji značajna razlika između cvjetnih i lisnih pupova, jer su cvjetni širi.

Listovi su oko 10 cm dugi i oko 5 cm široki, eliptični, jajoliki ili obrnuto jajoliki, na bazi zaokruženi ili klinasti, po obodu krupno nazubljeni, a na vrhu zašiljeni (Herman 1971; Jovanović 1956, 1971, 2000; Brus 2004, 2008; Idžojtić 2013; Welk i sur. 2016, 2021; Kavaliuskas i sur. 2020). Pignatti (1982) navodi da su listovi dugi od 10-20 cm a široki 4-10 cm. Listovi s lica su goli a na naličju u mladosti malo dlakavi. Lisna peteljka je oko 2 cm duga i ima na sebi 1-2 crvenkaste žlijezde ispod plojke. Ponekad su žlijezde smještene i na plojki, a ponekad ih uopće nema. Lišće prije opadanja dobiva tamnocrvenu boju, po čemu se trešnja može u to vrijeme izdaleka prepoznati, da bi pred opadanje požutjeli. Cvjeta u travnju, sa razvijanjem lišća, u obilnim gustim bijelim gronjama s dugim peteljkama. Fenologija cvjetanja na stablu je interesantna, jer prvo razvija cvjetove u unutrašnjosti krošnje, a potom na rubovima, u razmaku i do 7 dana. Na bazi cvjetova nema zelenih pokrovnih listića. Cvjetovi se razvijaju na prošlogodišnjim izbojcima. Peludnice su žute boje.



Slika 10. Morfološki detalji divlje trešnje (foto: Faruk Bogunić)

Plod je okruglast, sitan, uglavnom crvene ili crne boje, s krupnom okruglom košticom. Ponekad u prirodi nalazimo i žute plodove koji su jako cijenjeni u slastičarstvu. Plodovima se uglavnom hrane ptice koje raznose sjeme, ali i brojne druge šumske životinje.

Ukus plodova je uglavnom gorak, ali se mogu naći stabla čiji su plodovi slatki. Plodovi divlje trešnje su sitni a broj plodova u 1 kg kreće se od 949-1157. Masa plodova potrebnih za 1 kg sjemena (koštica) kreće se od 6.0-7.4 kg. Apsolutna masa 1000 sjemenki kreće se od 149-158 gr. Ovi podaci su dobiveni analizom plodova iz četiri populacije u BiH. Statističkom analizom utvrđene su statistički visoke razlike između analiziranih podataka. Međutim, analizirana svojstva sjemena i plodova unutar populacija pokazuju veću varijabilnost. Broj plodova u 1 kg kreće se od 700-1489 komada (populacija Petrovići), 684-1280 komada (populacija Jasik), 736-1458 komada (Studena gora), 663-2051 komada (Kalinovik) (Mikić 1991).

Analizom kvalitativnih svojstava sjemenki, obavljenom radiografskom metodom, utvrđeno je da procentualno učešće funkcionalnih sjemenki opada s nadmorskom visinom. Procentualno učešće zdravih sjemenki kod populacije Petrovići (750 n/v) je 86%, zatim slijede populacije Jasik (1100 n/v) 81%, Studena gora (1100 n/v) 62% i Kalinovik (1200 n/v) 57%. Također je konstatirana velika varijabilnost između individua iste populacije. Procentualno učešće zdravih sjemenki kreće se od 50%-97% (Jasik), 72%-97% (Petrovići), 17%-90% (Studena Gora) i 7%-100% (Kalinovik) (Mikić 1991).

Osim toga, na šturost sjemena utječu i razni štetni insekti od kojih je najznačajniji *Ballaninus sp.* Ovaj insekt polaže jaja još u fazi cvjetanja, a larve se ubuše u sjemenku i tu se dalje razvijaju. Za analizirane populacije je utvrđeno da procent oštećenih sjemenki nije velik, ali kod pojedinih individua unutar iste populacije nađena su velika oštećenja od tog insekta. Kod populacije Jasik oštećenja sjemena se kreću od 0% do 8.3% (prosjek 0.92%), zatim slijedi Studena gora s 0%-20% (prosjek 1.2%), Kalinovik s 0%-13% (prosjek 1.8%) i Petrovići s 0%-17% (prosjek 2.7%). Od analiziranih 20 stabala u populaciji Jasik, nađeno je 14 stabala bez oštećenja sjemena od insekata, zatim kod populacije Petrovići od 32 analizirana stabla nađeno je 19 stabala bez oštećenja

sjemena, te u populaciji Studena gora, od 22 stabla kod 12 nije konstatirano prisustvo *Ballaninus* sp., a kod populacije Kalinovik od 22 stabla na sjemenu 15 stabala nisu nađena oštećenja (Mikić 1991).

Sjeme je dormantno, te posijano u proljeće bez prethodne stratifikacije niče tek druge godine. Jesenja sjetva daje bolje rezultate ali i tada određeni procent (oko 30%) niče druge godine nakon sjetve. Sjeme zadržava klijavost bez posebnog načina čuvanja 2-3 godine, a Solovieva (1978) je na -5°C sačuvala klijavost sjemena trešnje 15 godina. Regent (1980) preporučuje da se dormantnost sjemena koje se sije u proljeće može savladati prethodnim tretiranjem. Sjeme divlje trešnje treba stratifikovati u vlažnom pijesku ili tresetu 90-120 dana na temperaturi od 0° do +5°C, ili 14 dana na 18°-25°C, a zatim 90-120 dana na temperaturi od 2°-5°C. Prije stavljanja u stratifikat sjeme treba močiti 1 - 2 dana u običnoj vodi.

Drvo trešnje je jedro i sitnoprstenasto porozno. Bjeljika je uska, bjeličaste boje, a srčika crvenkaste boje. Drvo je osrednje težine, tvrdo, čvrsto, veoma teško cjepko, grube žice, elastične, srednje savitljivosti. Na slobodnom prostoru kratkotrajno i dobre ogrjevne vrjednosti. U velikoj mjeri je podložno napadu insekata. Upotrebljivo je za stolarske i tokarske radove. Na europskom tržištu drvo divlje trešnje je uvijek traženo i ima visoku cijenu. Posebno su traženi tzv. "đeveravi" trupci koji daju furnir za industriju namještaja. Prosječna cijena trešnjevog drveta je veća od cijene plemenitih listača, a trešnjevi furnirski trupci postižu znatno veću cijenu (Oreščanin 1995, 1998).

Plodovi divlje trešnje su jestivi, a osim toga služe u ljekovite svrhe, kao i za pravljenje likera, pečenje rakije izuzetnog kvaliteta i trešnjevog octa.

Žuta ili tamnocrvena gumozna tvar koja curi sa oštećenih stabala upotrebljava se za proizvodnju ljepila (gumi arabicum). Neprocjenjive su indirektne koristi od divlje trešnje u šumama kao polaznog materijala za dalje radove na oplemenjivanju i očuvanju biološke raznolikosti šuma.

Prema Mišiću (1987) somatske stanice divlje trešnje sadrže 16, 24 i 32 kromosoma (2n) dok je osnovni broj kromosoma (n) x=8.

O vezi između poliploida i alopoliploida kod trešnji pisali su Tavaud i sur. (2004) pa je tako za *Prunus avium* L. (diploid, AA, 2n = 2x = 16), a za *Prunus cerasus* L. (allotetraploid, AAFF, 2n = 4x = 32).

1.6. Ekologija divlje trešnje

Divlja trešnja najbolje raste na bogatom zemljištu umjerene vlažnosti i kisele reakcije bliske neutralnoj, ali je vrlo česta i na sunčanim i suhim zemljištima (Pintarić 2002; Welk i sur. 2016, 2021). Kod nas se može naći od fluvijalnih nanosa uz rijeke, obično kao pojedinačna stabla, pa do 1400 metara nadmorske visine, mada pojedini autori navode i visinu od 1700 m (2000 m). Pokazuje dobru otpornost na visoke i niske temperature. Kultivirane plemenite sorte trešnje podnose uzgajanje i na temperaturama od –27° do –30°C.



Slika 11. Divlja trešnja kod Sarajeva (Vrapče) (foto: Said Memišević)

Prema Jovanoviću (2000) divlja trešnja se javlja u mezofilnim šumama (kitnjak-grab), šumama brdske bukve, odnosno u zajednici *Acero-Fraxinetum*, kao i u nekim drugim šumskim asocijacijama.

Herman (1971) navodi da se divlja trešnja javlja većinom pojedinačno u mješovitim sastojinama, a najčešće po rubovima šuma, i to kako u ravnicama tako i u brdima. Istraživanja u BiH su utvrdila

da se divlja trešnja rijetko javlja u grupimičnom rasporedu, već se nalazi uglavnom kao pojedinačna stabla u međama, na rubovima šuma ili unutar šume, na mjestima s više svjetla, s obzirom da je izrazito heliofilna vrsta. Raste na gotovo svim tipovima zemljišta i ekspozicijama. Za njen rast je odlučujuća količina svjetla. Najbolje uspijeva na dubokim zemljištima neutralne reakcije. Našim istraživanjima je utvrđeno da divlja trešnja raste kako na kiselim zemljištima tako i na ultrabazičnim. Na ekstremnim kamenim vapnenačkim zemljištima, kao i na serpentinskim, također raste ali postiže dimenzije grma. Najuspješnije raste na seriji zemljišta dubokih profila koja su nastala na eruptivnim stijenama. Raste čak i na slatinama zajedno s divljom kruškom, te vjerojatno ima meliorativno djelovanje na zaslanjena tla zbog brzog razlaganja lišća, što treba znanstveno provjeriti.

Divlja trešnja je brzorastuća vrsta čija ophodnja traje 40 do 60 godina. U prirodi ne nalazimo da gradi posebne šumske zajednice, mada se mogu naći skupine stabala na manjem području, obično kao prelazni stadij. Često je pomiješana pojedinačno ili u malim skupinama u šumama hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka, bukve, a može se naći i u nekim četinarskim šumama. Najčešće raste na jugoistočnim i sjeverozapadnim ekspozicijama u zajednici šuma bukve, te mezofilnim šumama hrasta kitnjaka i graba u brdskom području. Divlja trešnja se pokazala kao veoma prilagodljiva vrsta, tako da je možemo naći u ravnicama uz ravničarske rijeke pa sve do visokoplaninskih šuma bukve. Nije izbirljiva prema tipu tla, ali svoj optimalni rast ima na neutralnim i slabo kiselim dubokim tlima, koja su se formirala na eruptivnim stijenama. Može podnijeti visok raspon tipova tala u pogledu kiselosti (pH 5.5-8.5). Raste i na vapnenačkim rendzinama, ali na njima ima skromne dimenzije. Na većim nadmorskim visinama i plitkim zemljištima rijetko naraste u visinu do 10 metara. Na aluvijalnim zemljištima naraste i preko 25 metara.

Kao i sve šumske voćkarice izrazito je heliofilna vrsta, te u konkurenciji s drugim vrstama u borbi za socijalni status formira deblo lošeg kvaliteta. S obzirom na fenologiju listanja i cvjetanja razlikujemo rane i kasne forme. Oprašivanje je entomofilno, a sjeme na velike udaljeno-



Slika 12. Divlja trešnja kod Sarajeva (foto: Said Memišević)

sti raznose uglavnom ptice, te joj je tok gena jako brz. Tako sva mjesta u prirodi na kojim se ptice zadržavaju obiluju stablima divlje trešnje različite starosti. To su obično mjesta uz rubove šuma, šumske progale, međe i otvorene obale vodotoka.

Takvo kretanje sjemena divlje trešnje je uvjetovalo da je divlja trešnja vrsta koja se javlja u rubnim fitocenozama koje su stalna boravišta ptica. Zbog toga ova vrsta ima veoma značajno mjesto u svim projektima agro-šumarstva. Zbog cijenjenog drveta kao i očuvanja sveukupnog biodiverziteta u Europi, pa tako i kod nas, zaslužuje veliku pažnju pri podizanju novih šuma, drvoreda, poljozaštitnih pojaseva i ozelenjivanju urbanih naselja.

Rezultati provedenih istraživanja pokazuju veliki polimorfizam za analizirana svojstva divlje trešnje (list, plod, sjeme) (Ballian 2000, 2002 i 2004). Te morfometrijske analize kvantitativnih svojstava ukazuju da se analizirane populacije međusobno statistički razlikuju i da su te razlike u korelaciji s nadmorskom visinom. Razlike unutar stabala iste populacije su uglavnom genetske prirode (Mikić i sur. 2004).

1.7. Ekotipovi divlje trešnje

Pod pojmom ekotip (*oecotypus*) podrazumijeva se skupina genotipova na lokalnom staništu (Tureson 1922). Ekotip se formira pod utjecajem prirodne selekcije, a kao rezultat djelovanja unutrašnjih i vanjskih čimbenika koji djeluju na fenotip biljke.

U ovisnosti od određenih stanišnih činilaca Aljehin (1944) je izdvojio tri kategorije ekotipova:

klimatip (rezultat klimatskih činilaca)
edafotip (rezultat edafskih činilaca)
cenotip (rezultat specifičnih uvjeta jedne fitocenoze).

Prema Tajder-Herak (1966) već u donjoj kredi u nekim područjima javlja se veći broj skrivenosjemenjača, dikotiledona i monokotiledona. Tad se pojavljuju rodovi: *Magnolia, Liriodendron, Eucalyptus, Credneria, Quercus, Salix, Populus, Platanus, Laurus, Juglans, Prunus* itd. U tom geološkom periodu, skrivenosjemenjače postaju dominantni čimbenik kopnene flore. Ptice u tom geološkom periodu doživljavaju veliku ekspanziju. Na temelju toga može se reći da je pojava roda *Prunus* datirana na prije 70 miliona godina. Jasno je da su se u tom dugom vremenskom periodu dešavale velike klimatske promjene koje su usmjeravale evoluciju svih živih bića pa i roda *Prunus*. U zadnjem geološkom periodu, kvartaru, koji traje već više od milion godina, dolazilo je do velikih klimatskih promjena, vrlo nepovoljnih za biljni i životinjski svijet, a koje su značajno utjecale na evoluciju cjelokupnog živog svijeta. Samo u zadnjem zahlađenju (glacijaciji) koje se završilo prije 11.000 godina pola Europe je bilo pod ledom. Sada se nalazimo u postglacijalnom periodu i svjedoci smo nadiranja biljnih i životinjskih vrsta prema sjeveru. Milanković (1948) je matematskim putem proračunao da će se za 10.000 godina vinova loza gajiti na sjeveru Norveške. Dakle, te stalne klimatske promjene uvjetuju i pojavu različitih ekotipova i unutar naše ciljane vrste, divlje trešnje. Stalni rast lokalnih populacija u različitim područjima Europe i Azije tijekom dugog vremenskog perioda rezultirao je i velikim brojem ekotipova divlje trešnje, koji su izdvojeni i našli su svoje mjesto u voćarstvu.

Kolesnikova (1975) je izdvojila pet ekotipova na području bivšeg SSSR-a i to: moldavski, krimski, kavkaski, centralnoukrajinski i sjevernoukrajinski, a koji se međusobno razlikuju u pogledu otpornosti na niske temperature i u kvalitetu plodova, ali ipak nije dala detaljniji opis tih ekotipova.



Slika 13. Divlja trešnja na Kupresu (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Za razliku od nje, Sosnovskij i Dilevskaja (1933) su sve nađene forme kavkaske divlje trešnje svrstali u dva različita varijeteta i to:

- *Cerasus avium* Moeuch. var. *amara* gorkih plodova, loptaste koštice, te širokih listova na kratkoj peteljci. Na peteljci lista nalaze se po dvije žlijezde. Cvjetovi skupljeni u cvasti po tri.
- *Cerasus avium* Moeuch. var. *duseus* slatkih plodova, duguljaste koštice, uskih listova, dugih lisnih peteljki na kojima se nalaze po tri žlijezde. U cvastima se nalazi paran broj cvjetova.

I Vulf (1960) u Flori Krima navodi dvije forme divlje trešnje: s crnim i crvenim plodovima. On smatra da forme s crvenim plodovima pokazuju veći stupanj varijabilnosti za sva svojstva osim veličine lista u odnosu na forme crnih plodova.

Mijakuško i Mijakuško (1971) na temelju razlika u boji i ukusu plodova divlju trešnju dijele na četiri forme:

- forma tamno obojenih i gorkih plodova,
- forma tamno obojenih i slatkih plodova,
- forma svijetlo obojenih i gorkih plodova,
- forma svijetlo obojenih i slatkih plodova.

Osim toga, ove forme se međusobno razlikuju i po nizu drugih morfoloških svojstava, kao što su duljina lista, duljina lisne peteljke, duljina peteljke ploda, oblik i veličina koštice.

Hrynkiewicz-Sudnik (1972) je prema obliku koštice izdvojila sljedeće forme trešnje:

- forma *globusa* okruglih koštica,
- forma *ovoidea* ovalnih koštica,
- forma *intermedia* jajastih koštica.

Buia (1956) je u Flori Rumunjske izvršio sljedeću klasifikaciju divlje trešnje:

Prunus avium var. *silvestris* Kirchl. - plodovi sitni do 1 cm u promjeru, veličine sjemena graška, u zrelom stanju crni, malo sočni, slatki, sa sitnom košticom, rasprostranjena u šumama Rumunjske.

Prunus avium var. *juliana* L. - plodovi ovalni, crni ili šareni, meso ploda meko, sočno. Ovaj varijetet obuhvata četiri forme:

- forma *nigricans* Ehrh. crnih plodova,
- forma *varia* Ehrh. šarenih plodova,
- forma *salicifolia* Hort ex Dipp. lancetastih listova, sličnih onima kod vrbe, gaji se kao dekorativna forma,
- forma *plena* Kirchl. gaji se kao dekorativna.

Prunus avium var. *duracina* L. - plodovi žuti do crveni, rjeđe crni, mezokarp čvrst, drvo nepravilno razgranato. Na osnovu boje ploda izdvojene su tri forme:

- forma *amara* Mohacsy smeđe-crvenkastih plodova,
- forma *flava* Mohacsy žutih plodova,
- forma *vaviagato* Mohacsy šarenih plodova.

U Flori Bugarske (Iordanov 1973) opisani su sljedeći varijeteti trešnje:
Prunus avium var. *silvestris*

- forma *amara* gorkih plodova,
- forma *dulcus* slatkih plodova

Prunus avium var. *yuliana*

- forma *plena* ima roze cvasti, crvene listove i uzgaja se kao dekorativna forma

Prunus avium var. *duracino* odlikuje se tvrdim, hrskavim, krem bijelim do crvenim plodovima.

1.8. Genetska varijabilnost divlje trešnje

S obzirom da divlja trešnja ima veliko područje rasprostiranja, od sjeverne Afrike na jugu (35˚zemljopisne širine) do južne Skandinavije na sjeveru (61˚ zemljopisne širine), te od zapadne Azije (uključujući Kavkaz i okruženje Kaspijskog mora), u Europi uglavnom u njenom centralnom dijelu pa sve do zapadne Francuske, logično je pretpostaviti da su se na tako velikom području rasprostiranja izdiferencirale i različite populacije koje karakteriziraju i različiti fondovi gena.

Unutar populacije, s obzirom da se njene individue slobodno međusobno križaju, a što je regulirano posebnim mehanizmima, može se govoriti o jedinstvenom kompleksu gena – genofondu. Genetska informacija vrste, tj. potpun kompleks gena, obrazovan u procesu njene evolucije, putem generativnog razmnožavanja individua se slobodno

kreće u populaciji iz generacije u generaciju (Tucović 1990), prema zakonu populacijske ravnoteže.

Zbog toga su različiti selekcioni pritisci, nastali prije svega zbog različitih ekoloških prilika, uvjetovali pojavu velikog polimorfizma divlje trešnje. Veliki polimorfizam fenotipskih svojstava između individua jedne populacije uvjetovan je genetskim čimbenicima i uvjetima vanjske sredine. S evolucijskog motrišta možemo razlikovati individualnu varijabilnost, koja se odnosi na razlike među jedinkama jedne populacije i skupnu varijabilnost, koja se odnosi na razlike između populacija.

Na temelju kriterijuma nasljednosti, sve manifestacije interpopulacione varijabilnosti mogu se podijeliti na genetsku i negenetsku varijabilnost.

Uopćeno govoreći može se izvući zaključak da negenetska varijabilnost prilagođava individuu, dok genetska prilagođava populaciju. Ustvari, to su dvije strategije prilagođavanja populacije, gdje populacija žrtvuje individuu ali ne i populaciju. Određivanje točnog doprinosa naslijeđa i okoline pojedinom svojstvenom kompleksu je od ogromne važnosti u oblasti biljne proizvodnje (Tucović 1990), pa tako i divlje trešnje.

Proučavanje genetske varijabilnosti populacije divlje trešnje zasniva se na:

- analizi varijabilnosti morfoloških i fizioloških svojstava,
- analizi generativnog potomstva u kratkoročnim i dugoročnim pokusima,
- analizi potomstva punih srodnika (full-sib),
- analizi potomstva polusrodnika (half-sib),
- analizi klonskog potomstva u kratkoročnim i dugoročnim pokusima,
- analizi klonskog potomstva dobivenog autovegetativnim razmnožavanjem u komparativnim pokusima,
- analizi klonskog potomstva dobivenog heterovegetativnim načinom razmnožavanja u komparativnim pokusima,

- citološkoj analizi,
- metodi elektroforetske analize enzima i drugih bjelančevina,
- ispitivanju aminokiselinskog sastava bjelančevina i sekvencioniranju DNK (mapiranje gena).

I pored toga što su tehnološke mogućnosti ispitivanja strukture DNK i kodiranja gena već u širokoj primjeni, analize varijabilnosti morfološko-fizioloških svojstava predstavljaju zapravo prvi i nezaobilazan postupak u proučavanju bilo kog organizma. Šumsko drveće, pa tako i divlja trešnja, često se međusobno razlikuju po fenotipu. Tako se, naprimjer, stabla divlje trešnje unutar jedne populacije razlikuju međusobno po habitusu (piramidalni-široki), strukturi i boji kore, obliku i pravnosti debla, morfologiji listova, morfologiji cvjetova, plodova i sjemena, inserciji i duljini grana. Od fizioloških svojstava najznačajnije je vrijeme cvjetanja, sazrijevanja plodova, vrijeme listanja i opadanja lista. U tom pogledu mogu se izdvojiti kasne forme (f. *tarda*) i rane forme (f. *praecox*). S aspekta prerade drveta interesantne su tzv. "đeverave" forme, koje zapravo predstavljaju somatske mutacije, većinom izazvane infekcijama virusima (Mikić 2008).

Analiza generativnog potomstva se vrši na potomstvu punih (full-sib) ili polusrodnika (half-sib). S obzirom da se selekcija polaznog materijala u šumarstvu uvijek započinje analizom fenotipa, koji je rezultat interakcije genetske konstitucije i čimbenika sredine, mora se dodatno pristupiti provjeri genetske konstitucije odabranog polaznog materijala. Zbog dugog životnog ciklusa i svojih dimenzija, divlja trešnja je podložna djelovanju uvjeta vanjske sredine više nego jednogodišnje ili dvogodišnje biljke, i u stalnoj je interakciji s njima. Pri tome imamo vrlo malo informacija o uvjetima koji su oblikovali stabla tokom životnog ciklusa od 50-70 godina. Jedina sigurna metoda za određivanje uporabne vrijednosti polaznog materijala je ispitivanje odabranih stabala po kvaliteti generativnog potomstva, pri čemu obično analiziramo opću kombinacijsku sposobnost. Ispitivanje odabranih stabala po kvaliteti potomstva pruža mogućnost da se uz primjenu statističkih metoda dođe do određivanja kombinacijske vrijednosti i nasljednosti, odnosno da se odredi koji je dio promjenljivosti uvjetovan genetskim



Slika 14. Divlja trešnja kod Ključa (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

čimbenicima, a koji dio varijabilnosti je uvjetovan vanjskom sredinom. S obzirom da je većina kvantitativnih svojstava divlje trešnje determinirana poligeno, treba imati u vidu da je to više statistička nego genetska metoda analize, ali nam suvremene statističke metode osiguravaju da možemo proniknuti u genetsku strukturu (Mikić 2008).

Lakšem provjeravanju i analizi genotipa odabranih stabala doprinosi mogućnost vegetativnog razmnožavanja, te se na ovaj način mogu uzgojiti dijelovi iste biljke (klonsko potomstvo) u istim ili u različitim uvjetima. Mnogi ogledi s drugim šumskim vrstama potvrdili su mogućnost ispitivanja genetske konstitucije odabranih stabala pomoću komparativne analize vegetativnog potomstva. Pri tome se jasno uočavaju razlike na vegetativnom potomstvu između pojedinih klonova. Kako se komparativni pokusi postavljaju u različitim uvjetima, dobivaju se informacije o interakciji klon - stanište, tj. informacija koji klonovi odgovaraju određenim životnim uvjetima. Zahvaljući tome da se divlja trešnja lako razmnožava kako heterovegetativnim, tako i autovegetativnim načinom, provjeru genetske konstitucije odabranog polaznog materijala nije teško obaviti (Mikić 2008).

Citološke analize baziraju se na proučavanju strukturnih promjena kromosoma koji mogu biti uzrok varijabilnosti, kao što su poliploidija, delecije, duplikacije i razni vidovi translokacija i inverzija.

Utvrđivanje genetske varijabilnosti prirodnih populacija analizom nukleotidnog sastava DNK dalo je dobre rezultate. Ove tehnike se primjenjuju u populaciono-genetskim istraživanjima jer su brze i daju odličnu procjenu. Tako je Ballian (2001) pomoću analize mikrosatelitske DNK utvrdio razlike između istraživanih populacija divlje trešnje u odnosu na domaću sortu (cv. "alica") na osnovu genomskih karakteristika DNK. Dobiveni rezultati ukazuju da između divlje i pitome trešnje ne postoje velike razlike, što se slaže s rezultatima drugih autora koji su vršili istraživanja ove karakteristike na domaćoj trešnji. Ducci (2005) navodi da rezultati istraživanja 18 populacija divlje trešnje u Italiji, analizom 8 izoenzimskih sustava, nisu dali velike razlike između analiziranih populacija, što se povezuje s brzim tokom gena kod ove vrste.

2. SPECIFIČNOST SUSTAVA OPLODNJE KOD DIVLJE TREŠNJE

Divlja trešnja je poznata po bujnosti cvjetanja, dok urod plodova nije u korelaciji s cvatnjom. Razlog tome je što kod trešanja postoje specifični genetski mehanizmi koji reguliraju oplodnju, odnosno rast peludne cjevčice, odgovorne za oplodnju.

Za divlju trešnju je svojstveno da predstavlja jednu od stranooplodnih vrsta, ali se ipak oko 0.1% zametnutih plodova može javiti kao posljedica samooplodnje. Prema tome neki autori dijele divlju trešnju na samobesplodne i međusobno besplodne (Pejkić 1980). Samobesplodnost i međusobna besplodnost kod trešnje određene su hormonalnim sustavom u kojem je regulator gen *A* koji je predstavljen u vidu *S* alela. Peludne cjevčice su nesposobne za razviće u stupiću s istim *S* alelom, već uspješno klijaju samo u kombinaciji s drugačijim alelom.

Prvi su to objasnili Crane i Lawrence (1956) koji su shematski prikazali porast peludne cjevčice pri inkompatibilnom i kompatibilnom oprašivanju diploidnih biljaka, a što je djelomično zadovoljilo znanstvenu javnost.

Dosta kasnije je Mišić (1987) kroz genetsku analizu prikazao da gametofitna inkompatibilnost zavisi od serije multiplih alelomorfnih gena (alela) S_1, S_2, S_3, ... S_n koje nalazimo u jednom genskom lokusu. Temeljem toga se došlo do spoznaje da kod divlje trešnje, ali i pitomih trešanja, postoji nasljeđivanje koje je poznato kao monofaktorijalno. Diploidna biljka sadrži dva od tri alela, a pelud i njegove spermalne stanice samo po jedan alel. Iz literature je poznato da gametofitni inkompatibilni aleli djeluju nezavisno. Nijedan od alela ne dominira nad drugim, niti se pak, javljaju forme u kojima dolazi do interakcije alela. Kod gametofitne inkompatibilnosti aleli S_1, S_2 i drugi, kontroliraju rast peludne cjevčice. Kada je u peludnim zrncima prisutan isti alel kao u stanicama tučka, što se dešava pri autoinkompatibilnom i interinkompatibilnom oprašivanju, peludna zrnca klijaju i obrazuju cjevčicu koja sporo prodire u stupić tučka i tu ostaje peludna klica, pa do oplođenja ne može doći. Oplodnja nastupa samo pri kompatibilnom oprašiva-

nju kad spermalne stanice peludi sadrže alel ili alele, koji se razlikuju od alela u tučku, jajnoj stanici i centralnoj jezgri embrionove kesice. Sposobnost spermalnih stanica da obave dvojno oplođenje zavisi od odnosa njihovih genotipova i genotipova majke. Spermalne stanice peludi S_1 ili S_2 ne mogu da oplode biljku genotipa S_1S_2. U tom slučaju imamo potpunu inkompatibilnost (100%).

U kombinaciji S_1S_2 x S_3S_4, peludna zrnca u kojima se nalaze spermalne stanice S_3 i S_4 mogu da obrazuju cjevčice sposobne da prođu kroz stupić tučka i da obave dvojno oplođenje biljke genotipa S_1S_2. Kompatibilnost je u tom slučaju potpuna (100%). U potomstvu se obrazuju genotipovi: S_1S_3, S_1S_4, S_2S_3 i S_2S_4.

Kada se biljka genotipa S_1S_2 opraši peludom biljke S_1S_3, samo spermalne stanice peluda S_3 mogu da obave dvojno oplođenje jajne stanice (S_1 ili S_2) i centralne jezgre embrionove kesice (S_1S_2 ili S_2S_3) majke. Kompatibilnost je tada samo djelomična (50%). U potomstvu se stvara nova generacija biljaka s genotipovima S_1S_3 ili S_2S_3. Spermalne stanice S_1 iz ovog oprašivanja ne mogu da obave oplodnju jer majka nosi isti alel.

Pandey (1967) smatra da geni u peludi i stupiću stvaraju određene bjelančevine koje reguliraju njihov rast i razvoj, a to su izoenzimi peroksidaze (odnosno izoperoksidaze). Ovi enzimi razgrađuju hormon rasta (indolsirćetnu kiselinu) u peludnoj cjevčici. Oplođenje je tada spriječeno kad se javi isti alel u peludnom zrnu i stupiću tučka.

Ascher (1966, 1976) objašnjava pojavu gametofitne inkompatibilnosti pomoću hipoteze o nasljednim regulacionim mehanizmima koji djeluju na gene (Jacob i Monod 1961). Tako se prema Ascheru, inkompatibilnost javlja kada se alel inkompatibilnosti peludi (S) susretne u stupiću tučka s istim alelom (S), što dovodi do toga da se sjedinjuju dvije homogene polovine molekula represora. U takvoj situaciji peludna cjevčica sporo raste i do oplodnje ne dolazi. Ako se, pak, aleli koji imaju inkompatibilnost (S) peludi i tučka razlikuju, obrazuju se dva različita polimolekula represora. U takvim uvjetima peludna cjevčica brzo raste i obavlja se normalno dvojno oplođenje.



Slika 15. Stara divlja trešnja kod Sanskog Mosta (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Različite vrste biljaka s gametofitnim sustavom inkompatibilnosti odlikuju se različitim brojem S alela u seriji. Tako je znanstveno utvrđeno da rod *Prunus*, odnosno divlja trešnja (*Prunus avium* L.) sadrži seriju od ukupno 6 S alela (Pejkić 1980).

Ipak, tu postoje dvojbe jer Russell (2003) dosta kasnije, na temelju novih istraživanja, navodi da je kod pitome trešnje istraživanjem bjelančevina i DNK određen sustav inkompatibilnosti u seriji od 12 S alela. Također, tada je kod divlje trešnje identificirano 25-30 alela koji kontroliraju ovu inkompatibilnost. Zbog toga se o pojavi inkompatibilnosti mora voditi računa pri izdvajanju sjemenskih sastojina, plus stabala te, u konačnici, kod osnivanja sjemenskih plantaža. Kod dizanja sjemenskih plantaža treba posebno voditi računa pri izradi dizajna i rasporeda klonskog materijala, ali i u aktivnostima na očuvanju ove vrijedne vrste.

3. NASLJEĐIVANJE VAŽNIJIH SVOJSTAVA DIVLJE TREŠNJE

Prema Vidakoviću i Krstiniću (1985) i Tucoviću (1990) razumna i planska genetska rekonstrukcija postojećih lokalnih populacija drveća i grmlja i konstrukcija novih kulturnih oblika (kultivara) sa više-manje poznatom genetskom konstitucijom stavlja pred oplemenjivače drveća i grmlja sljedeće zadatke:

- uvećavanje opće snage porasta drveća i grmlja;
- povećanje prirodne otpornosti biljaka prema bolestima i napadima insekata;
- proizvodnju reproduktivnog materijala s kvalitetnim tehnološkim svojstvima;
- povećanje otpornosti na nepovoljne čimbenike abiotske sredine (niske temperature, sušu, zabareno zemljište i sl.);
- oplemenjivanje biljaka na dekorativna svojstva (tip krošnje, tip stabla, boje ili oblik lišća, dimenzije vegetativnih ili generativnih organa, adaptivnost na uvjete naselja itd.) radi njihovog korištenja u hortikulturi (pejsažnoj arhitekturi).

Razvitak novih grana genetike omogućio je da se stručnjaci iz oplemenjivanja biljaka aktivno uključe u stvaralački evolucijski proces, jer je taj proces u svjetlu naših današnjih potreba spor i nedovoljno efikasan, te nam ne daje uvijek željene rezultate.

Iz tih razloga potrebno je proučavati način nasljeđivanja određenih svojstava i smišljenim metodama oplemenjivanja usmjeriti i ubrzati evolucijski proces u željenom pravcu.

Divlja trešnja je stranooplodna vrsta pa su prema tome sva važnija svojstva heterozigotna. Neka svojstva se nasljeđuju na kvanitativan način, a neka na kvalitativan.

Problemi s kojima se srećemo u radu s divljom trešnjom su sljedeći:

- samosterilnost i intersterilnost, tako da se pri određenim kombinacijama križanja dobije vrlo malo potomstva sa željenim svojstvima,

- sjeme trešnje iziskuje poseban tretman stratifikacije, a veliki procent sjemena koje je morfološki normalno, slabo klija i ne daje dovoljan broj sijanaca,
- potomstvo je često slabe vitalnosti,
- česta je pojava osjetljivosti prema mrazu.



Slika 16. Divlja trešnja kod Kalinovika (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Proizvođači sadnog materijala divlje trešnje, uglavnom da bi izbjegli navedene nedostatke, vrše jesenju sjetvu uz primjenu malčiranja, s velikom količinom sjemena. Zbog svega toga u proljeće se mora još primjenjivati intenzivna agrotehnika i zaštita sijanaca.

Zahvaljujući poznavanju mehanizma nasljeđivanja bujnosti, pravnosti, monopodijalnosti, moguće je već na jednogodišnjim sadnicama izvršiti selekciju nadprosječnih fenotipova, uz primjenu matematičko-statističkih analiza navedenih svojstava. Zahvaljujući činjenici da se divlja trešnja lako razmnožava kako autovegetativnim tako i heterovegetativnim putem, moguće je proizvesti potrebnu količinu sadnog materijala klonskog podrijetla. Kultura tkiva još nije našla široku primjenu u proizvodnji sadnog materijala za potrebe šumsko-uzgojnih radova. Marjanović i sur. (2000) su u kulturi in vitro divlje trešnje kod pupova dobili izvanredne rezultate (pupanje je inducirano u 78% eksplantata a proces multiplikacije nakon treće serije je utrostručen). Međutim, prilikom zakorjenjivanja dobiveno je samo 20% sadnica. Iz dobivenih rezultata proizilazi činjenica da je pri mikropropagaciji divlje trešnje još nedovoljno riješena faza zakorjenjivanja, te isti autori preporučuju nastavak radova na razradi ovog postupka.

Proizvodnja reprodukcijskog materijala divlje trešnje u šumskim rasadnicima vrši se putem sjemena, jer za proizvodnju sadnog materijala vegetativnim načinom razmnožavanja ne postoji oprema niti obučeni ljudi.

3.1. Bujnost rasta

Mlade biljke divlje trešnje ističu se brzim i bujnim rastom. Prema dosadašnjim istraživanjima proizilazi da je kod divlje trešnje slaba bujnost monogenična osobina, što znači da nasljeđivanje ovog svojstva zavisi od jednog para gena ili alela (Williams 1958).

Prema preliminarnim istraživanjima koja su proveli Mikić i Ballian (1997, neobjavljeni podaci), u kojima su obavljena mjerenja jednogodišnjih sadnica half-sib potomstva u Olovu 1997. godine, svojstvo brzine i bujnosti rasta se nasljeđuje na kvantitativni način, tj. brzinu i bujnost rasta određuje više parova gena. Na taj zaključak navodi či-

njenica da se realne frekvencije visine biljaka mogu transformirati u teoretske, a nanošenjem podataka na grafikone dobivena je normalna distribucija. Najveća distribucija potomstva bila je oko x_{sr} (srednja veličina), a najmanja u lijevoj i desnoj strani grafikona, tj. najmanji broj individua, oko 3%, bio je za $x = x_{sr} +3s$. Iste rezultate autori su dobili i prilikom analize debljine sadnica u korijenskom vratu. Slični rezultati dobiveni su i pri analizi ranih provenijeničnih testova kod običnog oraha (Tucović i sur. 1972; Orlović 1996).

Na temelju dosadašnjih istraživanja na šumskim vrstama drveća, kako kod nas tako i u svijetu, utvrđeno je da je brzina rasta u visinu pod kontrolom više parova gena. Na osnovu teorijskih distribucija smatra se da na brzinu rasta utječe najmanje 10 parova gena aditivnog djelovanja (Žufa 1969; Krstinić 1969).

3.2. Pravnost debla

Istraživanja pravnosti debla nisu provođena na divljoj trešnji, ali može se pretpostaviti da je nasljeđivanje pravnosti debla divlje trešnje poligenskog karaktera, kao i kod vrsta na kojima je vršena procjena, kao što su obični orah, topola i vrba (Tucović i sur. 1972; Žufa 1969; Krstinić 1969).

3.3. Monopodijalni rast

Monopodijalni rast, odnosno pojava račvanja (dihotomija) nije genetski određeno svojstvo. Za ovo svojstvo se treba vezati otpornost na niske temperature, koja je u vezi s pojavom dihotomije. Opće je poznato da je divlja trešnja otporna na niske temperature, ali se javljaju i neotporne jedinke i populacije kod kojih strada terminalni izbojak te razvijaju dva bočna dihotoma izdanka.

Ukoliko se želi proizvesti divlju trešnju u rasadniku ili podići njene nasade na većim nadmorskim visinama, gdje je pojava niskih temperatura više izražena, treba nastojati za takve lokalitete koristiti provenijencije otporne na niske temperature. Istraživanja vršena na dvogodišnjim sadnicama običnog oraha različitih provenijencija (Tucović i sur. 1972) pokazala su da je izravna pojava dihotomije u zavisnosti

od provenijencije. Tako je utvrđeno da se procent dihotomije javlja u rasponu od 21% do 42%, u zavisnosti od provenijencije.

3.4. Nasljeđivanje oblika krošnje

Oblik krošnje kod divlje trešnje je pod visokom genetskom kontrolom. To znači da na formiranje njenog oblika krošnje, genetska struktura utječe s preko 80%, a samo 20% otpada na utjecaj okoline gdje trešnja raste.

3.5. Nasljeđivanje kuta insercije grana

I ovo svojstvo je pod visokom genetskom kontrolom. Pod kutom insercije grana podrazumijevamo kut koji zaklapa grana u odnosu na vertikalnu osovinu stabla. (Taj kut se svrstava u tri klase: >90°, 90° i <90°). Istraživanja nasljeđivanja pravnosti debla, debljine grana i kuta insercije grana kod divlje trešnje pokazala su visok stupanj nasljeđivanja ovih svojstava (Ducci 2005).

3.6. Krupnoća ploda

Prema Pejkiću (1980) potomstvo sa sitnijim plodovima dominantno je svojstvo nad krupnim i vrlo krupnim plodovima.

3.7. Oblik ploda

Srcoliki oblik ploda uglavnom je dominantan nad drugim oblicima plodova trešnje (Pejkić 1980).

3.8. Boja kožice i mezokarpa ploda

Svijetla boja pokorice i mezokarpa je recesivna i homozigotna jer stvara potomstvo svijetle boje (Fogle 1958). Novija istraživanja potvrdila su za većinu navedenih svojstava visok stupanj nasljednosti (0,56-0,83).

3.9. Ostala svojstva

Svojstva kao što su fenologija listanja, cvjetanja, broj grana u pršljenu, struktura kore, boja kore, plodonošenje, također su pod visokom genetskom kontrolom i poligeno se nasljeđuju.



Slika 17. Divlja trešnja u cvatu, selo Mehurić (foto: Dalibor Ballian)

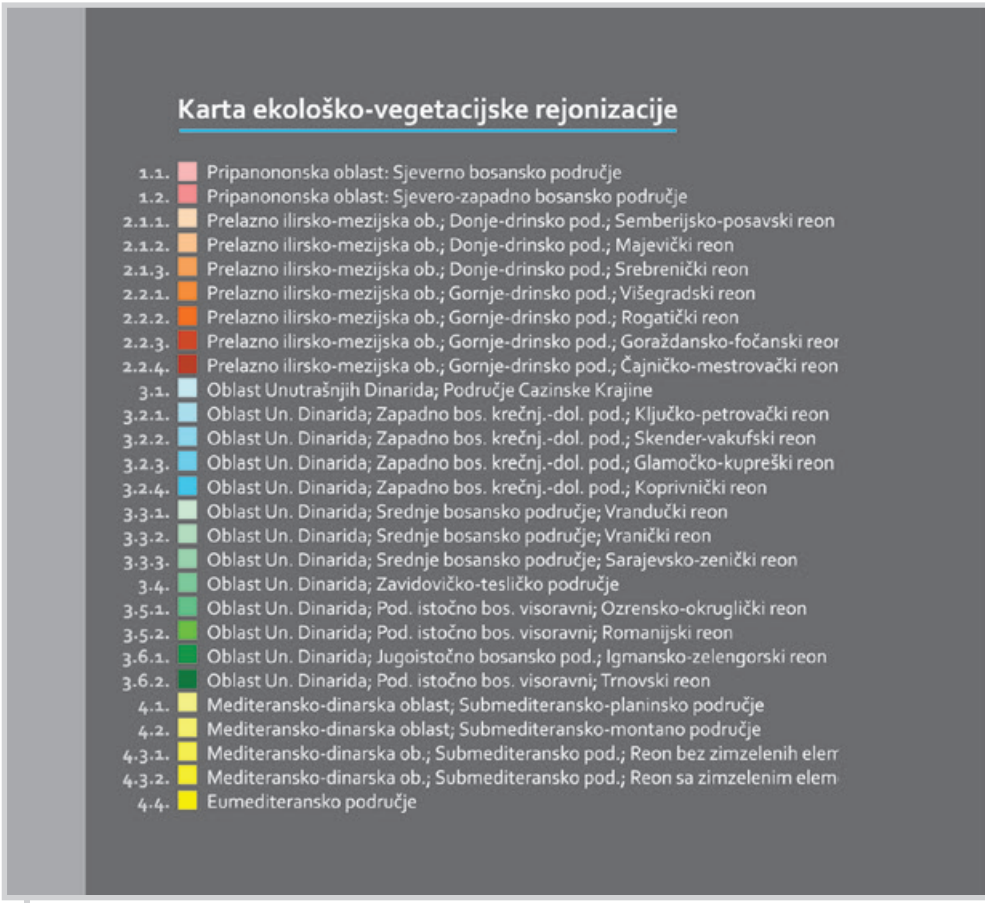
4. BIOLOŠKO-UZGOJNA SVOJSTVA DIVLJE TREŠNJE

Prilikom podizanja novih šuma i plantažnih nasada treba imati u vidu osnovna biološka svojstva divlje trešnje. Dosadašnji terenski pokusi kao i analiza dinamike rasta, ukazuju da je prilikom podizanja zasada razmak sadnje optimalan kada se kreće od 3 x 5 m, do 5 x 5 m. Teorijski to znači da bi na kraju ophodnje imali oko 400 stabala po hektaru, s ukupnom zapreminom od oko 600 m^3. To su procijenjeni podaci za optimalna staništa. Od uzgojnih mijera koje treba provoditi radi dobivanja kvalitetne drvne mase preporučuje se orezivanje grana do visine od 10 m. Orezivanje grana treba provoditi do visine gdje promjer stabla nije manji od 10 cm. Nije preporučljivo stvarati monokulture zbog mogućnosti pojave bolesti i štetnih insekata. Preporučuje se da se podižu mješoviti zasadi s vrstama sličnih bioloških karakteristika (Ducci 2005). Za brdsko-planinske terene preporučuje se oskoruša s učešćem od 30-50%. Prilikom podizanja zasada uz riječne tokove treba koristiti crnu johu, iako postavlja prilično velike zahtjeve na zemljište. Pored toga, crna joha ima sposobnost vezivanja zračnog dušika zahvaljujući simbiozi korijenskog sustava s bakterijom dušičnim fiksatorom (*Actinomyces alni* Peklo), što obogaćuje zemljište dušikom.

Od bolesti divlje trešnje najkarakterističnije su pjegavost lišća (uzročnik je *Coccomyces hyemalis*) i rupičavost lišća (uzročnik *Clasterosporium carpophilum*), a od štetočina najznačajnija je trešnjina muha (*Rhagoletis cerasi*).

Pored bolesti i štetočina značajniji uzročnici propadanja divlje trešnje su viroze koje prave ekonomske štete u voćnjacima. Prenose se često preko podloge za cijepljenje, ali i nestručnim orezivanjem grana. Od viroza značajne su: albino, prstenasta pjegavost *Prunusa*, šareno lišće, hrđasto šarenilo lišća, purpurno bojenje i uvijanje lista (Uščuplić 1996; Welk i sur. 2016, 2021), sitni plodovi, uvrnutost lišća, viroza kratke peteljke, ružičasti plodovi, virozna smolotočina.

Mjere zaštite sprovode se prema voćarskom kalendaru fungicidima i insekticidima koji se inače koriste u šumarstvu.



Slika 18. Karta ekološko-vegetacijskih rajona SR Bosne i Hercegovine

5. EKOLOŠKA-VEGETACIJSKA PRIPADNOST DIVLJE TREŠNJE

U BiH je urađena ekološko-vegetacijska rajonizacija šuma (Stefanović i sur. 1983). Ekološko-vegetacijska pripadnost populacija u kojima je vršeno sakupljanje materijala za istraživanja provedeno u Bosni i Hercegovini (Ballian 2000, 2002; Ballian i Čabaravdić 2010; Mikić i sur. 2010; Ballian i sur. 2012), bit će prikazana u nastavku (slika 18, Tablica 1).



Tablica 1. Divlja trešnja po ekološko-vegetacijskoj rajonizaciji

R.b.	Oznaka	Oblast, područje, rajon
1.	1.1.	Pripanonska oblast, Sjeverobosansko područje
2.	1.2.	Pripanonska oblast, Sjeverozapadno bosansko područje
3.	2.1.1.	Prelazno ilirsko-mezijska oblast, Donje-drinsko područje, Semberijsko-posavski rajon
4.	2.2.3.	Prelazno ilirsko-mezijska oblast, Gornjedrinsko područje, Goraždansko-fočanski rajon
5.	3.1.	Oblast unutrašnjih Dinarida, područje Cazinske krajine
6.	3.2.1.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno područje, Ključko-petrovački rajon
7.	3.3.2.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Srednjebosansko područje, Vranički rajon
8.	3.3.3.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Srednjebosansko područje, Sarajevsko-zenički rajon
9.	3.4.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Zavidovićko-teslićko područje
10.	3.5.2.	Oblast unutrašnjih Dinarida, Područje istočnobosanske visoravni, Romanijski rajon
11.	4.1.	Mediteransko-dinarska oblast, Submediteransko-planinsko područje
12.	4.3.1.	Mediteransko-dinarska oblast, Submediteransko područje, Submediteranski rajon bez zimzelenih elemenata

Pripanonska oblast

Diferencirana je na dva područja: sjevernobosansko i sjeverozapadno-bosansko.

Tablica 2. Osnovni klimatski podaci za Pripanonsku oblast (Stefanović i sur. 1983)

Područje	Met. st.	NV (m)	G.š. po Griniču	Temperatura zraka °C			Srednja rel. vlaga zraka %		Srednje sume padavina mm		N/S kvocijent		Indeks suše	Tr. veg. per	Pot. eva potr.	Indeks klima Im
				Srednja							Srednje vrijednosti					
				God.	IV-IX	S (IV-IX)	God.	IV-IX	God.	IV-IX	God.	IV-IX				
Sjevero bosansko	B. Gradiška	95	45°09′	10,6	17,2	-	-	-	831	457	-	-	-	185	593	-2
	Derventa	105	45°00′	10,3	17,1	-	82	77	891	491	530	152	18,1	196	599	0
	Modriča	107	44°57′	10,9	17,5	-	-	-	1069	579	-	-	-	193	601	-
	Doboj	146	44°44′	10,5	16,9	-	80	76	995	534	505	161	19,8	200	584	6
	Prnjavor	150	44°52′	10,1	16,7	3070	79	75	968	525	502	152	19,6	198	576	7
	Teslić	225	44°36′	9,9	15,9	-	82	79	1078	598	661	211	23,1	191	550	10
	Tešanj	238	44°37′	9,6	15,9	-	-	-	1069	579	-	-	-	180	560	7
	Tuzla	305	44°33′	10,2	16,3	-	76	73	921	522	415	140	19,8	197	567	6
Sjevero zapadno bosansko	B. Dubica	100	45°11′	10,2	16,7	-	80	75	946	508	511	149	19,0	195	584	4
	B. Novi	119	45°03′	10,2	16,4	-	79	76	1016	525	524	163	19,8	199	569	3
	Prijedor	135	44°59′	10,2	16,6	3048	83	78	1005	553	640	180	20,8	200	571	11
	B. Luka	153	44°47′	10,5	16,9	-	78	74	1057	559	521	157	20,7	197	589	9
	S. Most	158	44°46′	10,2	16,6	-	80	76	1139	604	616	187	22,7	194	573	15
	K. Varos	266	44°38′	10,3	16,4	-	81	78	1081	613	610	209	23,2	196	558	24

Sjevernobosansko područje

Prema Stefanoviću i sur. (1983), ovo područje zauzima središnji dio sjeverne Bosne, od Save do obronaka brdsko-planinskih oblasti unutrašnjih Dinarida. U visinskom dijapazonu prostire se od 80 do 980 m.

Klima ima izrazitije umjeren kontinentalni karakter, gdje 55% ukupnih padavina padne u toku vegetacijskog perioda. Potencijalna evaporacija je veća od padavina u vegetacijskom periodu (0,91), što zajedno s ostalim pokazateljima ukazuje na kontinentalnost i kserotermnost klimatskih prilika (Tablica 2).

U pogledu geomorfologije i geološke građe izdvajaju se aluvijalne ravni rijeke Save i donjih tokova rijeka Vrbasa, Ukrine, Bosne s Usorom i Sprečom, te diluvijalnim terasama, kao i uzdignutim brežuljkastim reljefom pretežno tercijernih sedimenata, koji su često pokriveni beskarbonatnim lesom.

Od zemljišta preovladavaju pseudoglejevi i distrični kambisoli na tercijernim sedimentima, a manje su zastupljene kombinacije eugleja i semigleja; samostalni zemljišni areali fluvisola, pelosola, te rendzine na laporcu i kalkokambisol na krečnjaku. Ova zemljišta su nepovoljnih svojstava, posebno vodno-fizičkih (zbog teškog mehaničkog



Slika 19. Divlja trešnja kod Bosanske Gradiške (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

sastava i suvišnog vlaženja). Nešto povoljnija su zemljišta koja pripadaju tipu distričnog kambisola, ali ona se češće javljaju na većim nagibima i manjim površinama.

Realna šumska vegetacija: Za nizinske predjele i zaravni diluvijalnih terasa karakteristične su šume lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), odnosno šume lužnjaka (*Genisto elatae – Quercetum roboris*), dok su na najvlažnijim mjestima šume crne johe (*Alnetum glutinosae*), odnosno šume poljskog jasena (*Leucoio – Fraxinetum angustifoliae*).

Potencijalna šumska vegetacija: Najvećim dijelom područje pripada klimazonalnim šumama kitnjaka i običnog graba s kojima alterniraju šume lužnjaka i običnog graba, sporadično poplavne šume lužnjaka (*Genisto elatae – Quercetum roboris*), šume kitnjaka, šume bukve, zatim šume vrba i topola, te šume crne johe.

Sjeverozapadno bosansko područje

Kako navode Stefanović i sur. (1983), ovo područje prostire se od rijeke Une ka jugoistoku, uvlačeći se uz Vrbanju do iznad Kotor Varoši. Pripada pretežno brdskom a manjim dijelom dolinskom (kotlinskom) pojasu, u visinskom intervalu od 130 do 500 m nadmorske visine.

Područje karakterizira umjereno kontinentalna klima sa znakovima utjecaja atlantske klime. Koeficijent kontinentalnosti je oko 54%, a odnos potencijalne evapotranspiracije i padavina u vegetacijskom periodu je povoljniji (oko 0,98). Vegetacijski period traje 195-200 dana.

Geomorfološki, područje je izgrađeno od aluvijalnih ravni u dolinama rijeka Une, Sane, Vrbasa, Ukrine, te tercijernih sedimenata, a manje paleozojskih pješčara i škriljaca, eruptiva i krečnjaka.

Najzastupljeniji tipovi zemljišta su pseudoglejevi s distričnim kambisolom, a ima i semiglejeva, fluvisola, vertisola, eutričnih kambisola, pelosola, kao i kalkokambisola na krečnjaku.

Struktura zemljišnog pokrivača, kao i svojstva kartografskih jedinica, slična je sjeverobosanskom području, samo je zbog klimatskih prilika još više naglašen problem suvišnog vlaženja.



Slika 20. Divlja trešnja kod Sanskog Mosta (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Realna šumska vegetacija: U nizinama i na diluvijalnim terasama zastupljene su šume lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli–Quercetum roboris*), odnosno šume lužnjaka (*Genisto elatae – Quercetum roboris*). Na orografsko izraženijim položajima rasprostranjene su šume kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*).

Potencijalna šumska vegetacija: Područje pripada klimatogenim šumama kitnjaka i običnog graba, s mozaično raspoređenim šumama lužnjaka i običnog graba, te šumama kitnjaka, kitnjaka i kestena, i šumama bukve na hladnijim položajima.

Prelazno ilirsko-mezijska oblast

Oblast je diferencirana na dva područja: Donjedrinsko i Gornjedrinsko.

Donje drinsko područje

Stefanović i sur. (1983) navode kako ovo područje zauzima sjeveroistočni dio Bosne, koji ograničava linija: Brčko – greben Majevice – istočni rub Sprečkog polja – Vlasenica – obronci Javor planine – kanjon Drine. Većim dijelom pripada nizinskom i brdskom pojasu, a manjim dijelom planinskom, od 80 do 1020 m nadmorske visine.

U nižim dijelovima (aluvijalne ravni i diluvijalne terase) područje ima karakter kontinentalne, a u višim karakter umjereno kontinentalne klime. Na padavine u vegetacijskom periodu otpada oko 55% godišnje količine padavina, a odnos padavina i potencijalne evapotranspiracije je veoma nepovoljan (oko 0,82). Vegetacijski period traje 190 do 210 dana (Tablica 3).

Tablica 3. Osnovni klimatski podaci za Prelaznu ilirsko-mezijsku oblast (Stefanović i sur.1983)

Područje	Rejon	Met. st.	NV (m)	G.š. po Griniču	Temperatura zraka °C			Srednja rel. vlaga zraka %		Srednje sume padavina mm	
					Srednja						
					God.	IV-IX	S (IV-IX)	God.	IV-IX	God.	IV-IX
Donje Drinsko	Semberijsko posavski	Brčko	96	44°53′	11,2	17,9	-	79	74	781	429
		Bijeljina	90	44°46′	10,9	17,9	-	81	87	751	413
	Majevički	Šibošica	265	44°40′	9,7	16,3	-	-	-	939	495
	Srebrenički	Srebrenica	400	44°70′	9,5	15,9	-	-	-	1027	579
		Zvornik	142	44°26′	10,2	16,6	3048	79	75	864	483
Gornje Drinsko	Višegradski	Višegrad	364	43°47′	10,8	17,4	-	83	80	719	373
	Rogatički	Rogatica	526	43°48′	8,9	15,3	-	-	-	745	396
	Goraždansko-fočanski	Foča	390	43°30′	9,9	15,8	-	83	79	885	385
		Goražde	345	43°40′	9,9	15,9	2905	82	78	782	392
		Prača	692	43°46′	7,3	13,3	-	-	-	879	428
		Vrelo Prače	1460	43°43′	4,8	10,3	-	-	-	924	454
	Čajničko-Meštrovački	Čajniče	816	43°34′	8,1	14,6	-	-	-	1147	579
		Metaljka	1388	43°31′	6,7	12,7	-	-	-	1011	488



Slika 21. Divlja trešnja, selo Luka kod Srebrenice (foto: Sulejman Sinanović)

N/S kvocijent		Indeks suše	Tr. veg. per	Pot. eva potr.	Indeks klima Im
Srednje vrijednosti					
God.	IV-IX				
375	108	15,4	211	629	-5
408	130	15,0	202	613	-6
-	-	-	192	570	6
-	-	-	192	545	11
445	135	18,1	198	572	4
438	132	13,6	202	608	-18
-	-	-	181	556	-9
575	146	14,9	191	545	-6
480	136	15,1	189	546	-5
-	-	-	157	498	4
-	-	-	141	457	13
-	-	-	166	528	23
-	-	-	146	463	21

Geomorfološki ga karakteriše aluvijalna ravan u kojoj se diže masiv Majevice u sjevernom dijelu. Južno od Zvornika područje prelazi u planinski masiv iznad kanjona Drine. Izgrađen je od aluvijalnih sedimenata, eocenskog fliša, andezitsko dacitskih eruptiva, paleozojskih i trijaskih sedimenata.

Najzastupljenija su zemljišta iz odjela automorfnih i hidromorfnih, koja čine samostalne areale i zemljišne kombinacije. U nižim predjelima preovladavaju hidromor-

fna zemljišta, a u višim automorfna, među kojima su najzastupljeniji predstavnici iz kambične klase.

Realna šumska vegetacija: Šumske fitocenoze zadržale su se mozaično u zavisnosti od orografsko-edafskih i antropogenih utjecaja. Zastupljene su šume lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), šume sladuna i cera (*Quercetum confertae - cerris*), cera i kitnjaka (*Quercetum petraeae - cerris*), kitnjaka i običnog graba (*Querco – Carpinetum*) i šume bukve (*Fagetum montanum*), među kojima preovladavaju šume bukve acidofilnog karaktera (*Luzulo – Fagetum*).

Potencijalna šumska vegetacija: Niži položaji pripadaju šumama lužnjaka i običnog graba, sladuna i cera (klimazonalne za ovo područje), a viši predjeli šumama bukve i jele bez smrče.

Gornjedrinsko područje

Ovom području, prema Stefanoviću i sur. (1983), pripadaju brdsko-planinski predjeli jugoistočne Bosne, od obronaka Jahorine, Ravne planine i Romanijske visoravni na sjeverozapadu, do granice sa Srbijom i Crnom Gorom na jugoistoku, odnosno od kanjona Tare i Drine na jugozapadu do Stolac planine i kanjona Drine na sjeveroistoku. Zauzima visinski interval od 350 m (dolina Drine kod Višegrada) do 2238 m nadmorske visine (vrh Velike Ljubišnje).

Niži dijelovi ovog područja (oko Višegrada i šire okoline Goražda) su pod utjecajem umjereno kontinentalne klime sa tendencijom opadanja količine padavina i povećanja temperature u periodu od juna do početka septembra. Još veći utjecaj mediteranske klime osjeća se u području Foče. Viši položaji (ogranci Jahorine, Ljubišnje, Stakorine) su sa izmijenjenom umjereno kontinentalnom klimom sa obilježjima planinske klime. Odnos padavina i potencijalne evapotranspiracije u vegetacijskom periodu je veoma nepovoljan (oko 0,83), što uz relativno malu rezervu biljkama pristupačne vode u zemljištu čini ovo područje veoma kserotermnim. Vegetacijski period traje od 140 do 200 dana (Tablica 3).

Ovo područje je geomorfološki relativno homogeno (padine gornjeg toka rijeke Drine) i u njemu su zastupljeni grauvakni pješčari i

škriljci, pretežno argilofiliti, krečnjaci i serpentiniti.

Zemljišta su najvećim dijelom iz odjela automorfnih i to klase kambičnih zemljišta.

Realna šumska vegetacija: U nižim predjelima prevladavaju hrastove fitocenoze - šume sladuna i cera (*Quercetum confertae - cerris*), iznad njih su šume kitnjaka i cera (*Quercetum petraeae - cerris*), odnosno šume kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*) na toplijim položajima, dok su na hladnijim položajima šume bukve. Ovdje su rijetko zaostale enklave šume bukve i jele sa smrčom (*Piceo – Abieti – Fagetum*).



Slika 22. Divlja trešnja kod Ustikoline (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Potencijalna šumska vegetacija: Niži tereni pripadaju klimazonalnoj fitocenozi sladuna i cera, koja ovdje predstavlja sjeverozapadni rub areala ove istočnobalkanske fitocenoze, iznad koje se javljaju karakteristični pojasevi šuma kitnjaka i cera, odnosno kitnjaka. S ovim se smjenjuju šume bukve na hladnijim položajima. Viši predjeli pripadaju pojasu klimaregionalne zajednice bukve i jele sa smrčom.

Oblast unutrašnjih Dinarida

Oblast se dijeli na: područje Cazinske krajine, zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno, srednjebosansko, zavidovićko-teslićko, istočnobosanske visoravni i jugoistočnobosansko.

Tablica 4. Osnovni klimatski podaci za Oblast unutrašnjih Dinarida (Stefanović i sur. 1983)

Područje	Rejon	Met. st.	NV (m)	G.š. po Griniču	Temperatura zraka °C			Srednja rel. vlaga zraka %		Srednje sume padavina mm	
					Srednja						
					God.	IV-IX	S (IV-IX)	God.	IV-IX	God.	IV-IX
Cazinska krajina		V. Kladuša	161	45°11′	8,7	15,0	-	-	-	1133	600
		Bihać	246	44°49′	10,7	16,8	3076	76	72	1347	586
Zapadno bosansko krečnjačko-dolomitno područje	Ključko-petrovački	B. Krupa	176	44°43′	10,3	16,2	-	83	79	1304	666
		B. Petrovac	650	44°33′	8,7	14,6	-	-	-	1198	630
		Drinić	730	44°31′	7,6	12,4	2430	78	75	1350	625
	Glamočko-kupreški	Ključ	260	44°32′	9,7	17,2	-	-	-	1284	711
		Gerzovo	779	44°19′	8,3	16,1	-	-	-	1021	559
		Preodac	913	44°13′	7,2	13,1	-	-	-	1280	548
		Makljen	1123	43°51′	6,0	11,8	-	-	-	1009	427
		Imljani	1130	44°24′	6,5	11,3	-	-	-	1176	666
		Mlinište	1130	44°16′	6,0	11,5	-	79	74	1407	667
		Glamoč	1131	44°03′	7,5	13,6	-	76	77	1500	600
		Vaganj	1157	43°47′	5,6	11,4	-	-	-	1787	692
		Kupres	1190	44°00′	5,3	11,1	-	84	80	1227	520
Srednjebosansko	Vrandučki	Ponikve	970	44°11′	6,1			11,7		-	
	Vranički	Bugojno	562	44°04′	8,8			14,8		-	
		Fojnica	584	43°58′	8,2			14,1		-	
		Tarčin	645	43°48′	8,5			14,6		-	
		Komar	780	44°12′	7,3			13,1		-	
		Rostovo	1079	44°08′	7,1			13,0		-	
	Sarajevsko-zenički	Zenica	344	43°13′	10,3			16,6		3039	
		Travnik	581	44°14′	8,8			15,0		-	
		Sarajevo	630	43°52′	9,7			15,5		2758	
Zavidovićko-teslićko		Maoča	335	44°18′	9,8			15,8		2890	
		Kladanj	560	44°14′	8,9			15,1		-	
Istočno-bosanske visoravni	Ozrensko-okrugličk	Pale	829	43°19′	7,1			13,3		-	
		Pržići	1060	44°09′	7,1			13,4		-	
	Romanijski	Vlasenica	668	44°11′	9,4			13,6		-	
		Sokolac	872	43°57′	6,5			12,8		2347	
		Sjemeč	1180	43°49′	5,3			11,3		-	
Jugoistočno-bosansko	Igmansko-zelengorski	Suha	620	43°19′	8,6			14,4		-	
		Kalinovik	1073	43°31′	7,1			13,3		2439	
		Igman	1250	43°46′	4,5			9,9		-	
		Bjelašnica	2067	43°43′	1,3			6,1		1157	

N/S kvocijent		Indeks suše IV-IX	Tr. veg. per	Pot. eva potr.	Indeks klima Im
Srednje vrijednosti					
God.	IV-IX				
-	-	-	169	553	17
667	171	24,9	204	582	18
825	237	25,4	198	569	19
-	-	-	170	528	20
790	236	28,0	156	503	-25
-	-	-	181	561	26
-	-	-	172	525	18
-	-	-	166	496	19
-	-	-	136	475	11
-	-	-	126	480	38
964	305	31,0	127	466	45
811	246	25,4	161	511	23
-	-	-	126	460	49
1158	330	24,5	123	469	22
-		-	1134	634	644
78		74	826	383	447
-		-	1234	522	-
-		-	1173	535	-
-		-	945	456	-
-		-	1061	502	-
76		72	804	416	395
77		73	881	441	451
72		67	946	450	377
79		75	1183	642	627
79		75	1028	602	557
-		-	937	457	-
-		-	1183	567	-
-		-	1111	607	-
81		78	804	430	587
-		-	925	522	-
-		-	1428	542	-
80		75	1218	512	812
-		-	1680	624	-
85		83	948	498	1264

Područje Cazinske krajine

Prema Stefanoviću i sur. (1983), ovo područje obuhvata krajnji sjeverozapad Bosne, od Une i podnožja Plješevice, do granice sa Hrvatskom. Pripada brdskom pojasu dosta ujednačenih orografskih prilika, u visinskom intervalu 200 do 550 m.

Klima ovog područja je umjereno kontinentalna, ali u periodima maj - juli i septembar - oktobar osjećaju se utjecaji mediteranske klime, tako da u vegetacijskom periodu ukupno padne u prosjeku oko 48% godišnjih padavina. Odnos padavina i potencijalne evapotranspiracije u vegetacijskom periodu je povoljan (oko 1,4). Vegetacijski period traje od 170 do 205 dana (Tablica 4).

Geomorfološki je brežuljkasto brdsko područje, izraženog reljefa, izgrađenog od krečnjaka i kiselih silikatnih stijena često prekrivenih debelim nanosima beskarbonatnog lesa.

Najzastupljenija su zemljišta akrični luvisol na krečnjaku i distrični kambisol na kiselim silikatnim stijenama, a manje su zastupljeni mozaici kalkomelanosola s luvisolom ili kalkokambisola na krečnjaku, luvisola na kiselim silikatnim stijenama, te semigleja i fluvisola.



Slika 23. Divlja trešnja kod Cazina (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Realna šumska vegetacija: Rasprostranjena je mozaično, i veoma uslovljena antropogenim i orografsko-edafskim utjecajima. Zastupljene su šume kitnjaka i običnog graba (*Querco – Carpinetum*), kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*), kitnjaka i kestena (*Querco – Castanetum*), te u hladnijim položajima šume bukve (*Luzulo – Fagetum, Fagetum montanum illyricum*), a na toplijim šume javora gluhača i bukve (*Aceri obtusati – Fagetum*).

Potencijalna šumska vegetacija: Područje pripada klimazonalnoj fitocenozi kitnjaka i običnog graba u kojoj su interpolirane, u zavisnosti od orografskih i antropogenih čimbenika, fitocenoze kitnjaka i kestena, odnosno bukve na hladnijim položajima. Dolinski predjeli pripadaju šumama lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), odnosno, na recentnim fluvisolima, šumama vrba i topola (*Salicetum et Populetum*).

Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno područje

Prema Ekološko-vegetacijskoj rajonzaciji BiH (Stefanović i sur. 1983), ovo područje zauzima velika prostranstva krečnjačko-dolomitnih površina i planinskih masiva od Une na sjeverozapadu do Glamočko-kupreške visoravni, uključujući i nju, na jugoistoku. Na jugozapadu doseže do doline Vrbasa, linijom Voljevac – Jajce, odakle prelazi na desnu obalu, zahvatajući krečnjačke masive Vlašića i Čemernice. Ve-

ćim dijelom pripada planinskom i subalpinskom pojasu, od 800 (900 m) do 1900 m. Manjim dijelom predstavlja brdsko područje, od 300 – 700 (800) m nadmorske visine.

Karakteriše se nedovoljno jasno međusobno razgraničenim prostorima mediteranske i kontinentalne klime. Prema analizi podataka za stanicu Drinić, u zimskom periodu preovladava utjecaj kontinentalne, a u ljetnom periodu mediteranske klime. Ima karakteristika i planinske klime uslovljene nadmorskom visinom područja. Iako su odnosi padavina i evapotranspiracije povoljni, u vegetacijskom periodu pada manji dio godišnjih padavina. Vegetacijski period traje od 120 do 200 dana, zavisno od nadmorske visine (Tablica 4).

Geomorfološki, ovo područje je izgrađeno od nekoliko krečnjačko-dolomitnih masiva i visoravni. Mjestimično ima tragova glacijalnih aktivnosti. Dolomiti mogu biti čvrsti, a češće se javljaju istrošeni u vidu dolomitne pržine. Silikatne stijene su malo zastupljene, a na njima susrećemo uglavnom distrične kambisole.

Karakteristike zemljišta su plitkoća, suhoća, skeletnost, težak mehanički sastav i visoka površinska kamenitost.

Realna šumska vegetacija: Najzastupljenije su fitocenoze bukve i jele sa smrčom (*Piceo – Abieti – Fagetum*). Dijelovi područja izloženi klimatskom utjecaju Panonske nizije odlikuju se šumama



Slika 24. Divlja trešnja kod Bosanskog Petrovca (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

bukve i jele bez smrče (*Abieti – Fagetum*). Za niže dijelove ovog područja karakteristične su šume kitnjaka i običnog graba (*Querco – Carpinetum*), zatim šume bukve (pretežno *Fagetum montanum illyricum*). Za kanjone rijeka i litičaste padine karakteristične su razne termofilne fitocenoze, često sa reliktnim obilježjima: *Aceri obtusati – Fagetum*, *Querco – Ostryetum*, *Orno – Ostryetum*, *Carpinetum orientalis.*

Potencijalna šumska vegetacija: Ovo područje pripada različitim klimatogenim fitocenozama, od klimazonalne fitocenoze kitnjaka i običnog graba, u najnižim dijelovima ovog područja, do klimaregionalnih fitocenoza subalpinskog pojasa – šume subalpinske bukve, odnosno klekovine bora. Međutim, najveće površine pripadaju klimaregionalnim šumama bukve i jele sa smrčom s kojima, u mikroklimatski specifičnim staništima, alterniraju mrazišne šume smrče. Ravničarski predjeli, povremeno plavljeni i pod utjecajem podzemnih voda, predstavljaju staništa šuma lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), a najmočvarnija zemljišta pripadaju šumi crne johe (*Alnetum glutinosae*).

Srednjebosansko područje

Prema Stefanoviću i sur. (1983), ovo područje obuhvata teritoriju od gornjeg toka Bosne na jugozapadu, do grebena Ivan Sedla, Bitovnje, Vranice, niz dolinu Vrbasa do Jajca. Sjeveroistočno od doline Bosne dopire do linije Nahorevo – sjeverno od Breze, izvorišnih predjela Žuče i Ribnice, pa na Begov Han pružajući se preko Bosne na sjeverozapad do Banje Luke. Izrazito je brdsko-planinskog karaktera, s prostranijom subalpinskom zonom na masivima Vranice i Bitovnje, i dolinskom zonom uz Bosnu, Lepenicu, Fojnicu i Vrbas. Visinski se prostire od 300 m do preko 2200 m nadmorske visine (vrhovi Vranice).

Područje je pod dominantnim utjecajem planinske klime. Međutim, od jula do septembra i od decembra do juna osjeća se djelovanje kontinentalne klime (Zenica). U ostalom dijelu godine jači su utjecaji mediteranske klime. U vegetacijskom periodu padne oko 48% godišnjih padavina, ali je odnos padavina prema potencijalnoj evapotranspiraciji ipak donekle nepovoljan. Vegetacijski period (bar u nižem dijelu područja) traje od 180 do 200 dana (Tablica 4).

Geomorfološki se razlikuju tri cjeline i to: masiv srednjebosanskog škriljogorja (uglavnom izgrađen od kristalastih škriljaca i riolita), brežuljkasti teren jurskog fliša i Sarajevsko-zenička kotlina (uglavnom izgrađena od tercijernih sedimenata).

Zemljišni pokrivač je vrlo heterogen i složen, ali se izdvajaju dosta homogene površine izdvojene u posebne rajone.

Realna šumska vegetacija: Brežuljkaste terene doline Bosne, između Sarajeva i Zenice, odnosno Travnika zauzimaju šume kitnjaka i običnog graba (*Querco – Carpinetum*), a izvan ovih područja sporadično su zastupljene. Šume kitnjaka alterniraju na toplijim, a bukve na hladnijim položajima.

Ostaci šuma lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*) nalaze se disperzno u dolinskim i priterasnim položajima. Na krečnjačko-dolomitnim probojima zastupljene su termofilne fitocenoze bukve i gluhača (*Aceri obtusati – Fagetum*) i šume hrastova i crnog graba (*Querco – Ostryetum carpinifoliae),* te šume bijelog graba (*Carpinetum orientalis*).

Potencijalna šumska vegetacija: Brežuljkasti tereni pripadaju klimazonalnim šumama kitnjaka i običnog graba (Sarajevsko-zenička kotlina, uz Lašvu do Travnika, dijelovi oko doline Vrbasa i krajnji sjeverozapad područja). Riječne doline i diluvijalne terase pripadaju šumi lužnjaka i običnog graba, a recentni fluvisoli predstavljaju staništa vrba i topola.



Slika 25. Divlja trešnja kod Travnika, Mehurići (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Zavidovićko-teslićko područje

Prema ekološko-vegetacijskoj rajonizaciji BiH (Stefanović i sur. 1983), ovo područje obuhvata sliv srednjeg toka rijeke Bosne, posebno Krivaje i Usore, odnosno masiva Konjuha, Ozrena i Borje. Karakteriše se veoma heterogenim orografskim prilikama, a nalazi se u brdsko-planinskom pojasu od 250 do 1328 m nv (vrh Konjuha).

Najvećim dijelom godine je pod utjecajem izmijenjene umjereno kontinentalne, a u periodu juni-august osjeća se jači utjecaj mediteranske klime. Tako u vegetacijskom periodu padne u prosjeku oko 56% godišnjih padavina, pa je odnos padavina i potencijalne potrošnje vode, s klimatskog aspekta, povoljan. Vegetacijski period traje 180 do 190 dana (Tablica 4).

Geomorfološki, ovo područje pripada srednjobosanskoj ofiolitskoj zoni, a orografski se odlikuje brdsko-planinskim obilježjima s dosta izraženim reljefom. Izgrađeno je pretežno od serpentiniziranog peridotita, eruptiva, rožnjaka, a krečnjaci su daleko manje zastupljeni.

Najrasprostranjeniji tipovi zemljišta su eutrični kambisol na peridotitu i serpentinitu, kao i distrični kambisol na kiselim silikatnim stijenama. Manje su zastupljeni eutrični kambisoli na ostalim silikatnim stijenama, pseudoglejevi, mozaik kalkomelanosola i kalkokambisola.

Realna šumska vegetacija: Najrasprostranjenije su bazifilne šume borova (*Erico –Pinetum nigrae serpentinicum, E.P. nigrae – silvestris serpentinicum*), bazifilne šume hrasta kitnjaka (*Potentillo albae – Quercetum, Erico – Quercetum petraeae*), zatim acidofilne šume kitnjaka (*Quercetum petraeae montanum*), šume bukve i jele sa smrčom (*Abieti – Fagetum serpentinicum*), acidofilne šume bukve i jele (*Abieti – Fagetum silicicolum*). Postoje i rijetki ostaci šuma lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*) ili kitnjaka i običnog graba (*Querco – Carpinetum*) na diluvijalnim terasama.

Potencijalna šumska vegetacija: Potencijalna šumska vegetacija je veoma mozaična. Ipak, veće površine pripadaju šumama bukve i jele i šumama bukve i jele sa smrčom, unutar kojih su interpolirane borove i hrastove šume kao trajni stadij vegetacije. Samo periferni i najniži predjeli predstavljaju staništa bukve u alternaciji s hrastovim šumama.



Slika 26. Divlja trešnja u Žepču, kasno jesenje cvjetanje (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Područje istočnobosanske visoravni

Prema Stefanoviću i sur. (1983), ovo područje obuhvata planinske krajeve počev od linije Sarajevo – Vareš do kanjona Drine, s veoma izraženom Romanijsko-sjemečkom visoravni. S juga je omeđeno granicom s prelazno ilirsko-mezijskom oblasti, kao i sa sjeveroistoka, dok je sa sjeverozapada odvojeno ofiolitskom zonom, linijom Olovo – Kladanj (istočni dio Sprečkog polja). Izrazito planinsko područje, najvećim dijelom preko 1000 m nv, s najvišim vrhovima Lupoglav na Romaniji 1629 m, Žep 1520 m, Sjemeč 1497 m.

I pored relativno položenog toka linije koja obilježava planinski karakter klime, u periodu od novembra do maja osjeća se utjecaj kontinentalne klime. U vegetacijskom periodu padne oko 52% godišnjih padavina, te je odnos padavina i evapotranspiracije povoljan (u prosjeku 1,04). Vegetacijski period traje 120 do 190 dana (Pale, Pržići, Vlasenica, Sokolac i Sjemeč) (Tablica 4).

Geomorfološki ovo područje zauzima širi teritorij planinskih masiva i visoravni istočne Bosne. Visoravni imaju karakter starih riječnih ili fluvioglacijalnih terasa. Uglavnom su izgrađene od krečnjačkih (jedrih, hanbuloških i s interkalacijama rožnjaka), kao i verfenskih glinaca i kvarcnih pješčara. Krečnjaci su relativno slabo karstifikovani, s visokom površinskom stjenovitošću.

Najzastupljenija su zemljišta na krečnjacima i distrični kambisol na kiselim silikatnim supstratima.

Realna šumska vegetacija: Najzastupljenije su šume bukve i jele sa smrčom (*Piceo – Abieti – Fagetum*), unutar kojih su rasprostranjene često sekundarne šume bijelog bora i smrče (s jelom) (*Piceo – Pinetum illyricum*), šume jele i smrče (*Abieti – Piceetum illyricum*). Posebnost ovom području daju neke reliktne fitocenoze Pančićeve omorike (*Piceetum omorikae*) oko srednjeg dijela Drine u kanjonima, te visinska varijanta lužnjakovih šuma (*Quercetum roboris montanum*) kod Sokoca i Knežine, odnosno fitocenoza maljave breze i bijelog bora (*Pino – Betuletum pubescentis*), kao i zajednice sphagnumskih tresetišta.

Potencijalna šumska vegetacija: Područje pripada klimaregionalnom pojasu šuma bukve i jele sa smrčom, unutar kojih su interpolirane

termofilne fitocenoze šuma borova, crnog graba, bukve, odnosno, u depresijama intrazonalne mrazišne šume smrče. Glasinačka visoravan predstavlja enklavu šuma ktinjaka i običnog graba s cerom, odnosno brdske šume lužnjaka (*Quercetum roboris montanum*), kod Sokoca i na Knežini.



Slika 27. Divlja trešnja kod Olova (Gurdići) (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Mediteransko-dinarska oblast

Diferencira se na submediteransko-planinsko, submediteransko-montano, submediteransko i eumediteransko područje.

Tablica 5. Osnovni klimatski podaci za Mediteransko-dinarsku oblast (Stefanović i sur. 1983)

Područje	Rejon	Met. st.	NV (m)	G.š. po Griniču	Temperatura zraka °C			Srednja rel. vlaga zraka %		Srednje sume padavina mm	
					Srednja						
					God.	IV-IX	S (IV-IX)	God.	IV-IX	God.	IV-IX
Submediteransko planinsko		Titov Drvar	485	44°23′	9,4	15,5	-	77	73	1135	529
		Ulog	678	43°25′	8,5	14,3	-	-	-	1503	494
		Prozor	800	43°50′	9,0	15,0	-	73	67	1112	422
		B. Grahovo	861	44°11′	8,2	13,9	-	68	64	1356	558
		Duvno	903	43°42′	9,2	14,8	-	74	69	1182	451
		Nevesinje	905	43°16′	8,9	14,5	-	74	67	1771	621
		Rakitno	915	44°34′	9,4	14,8	-	80	77	1983	624
		Gacko	960	43°10′	8,5	14,3	2631	76	71	1742	578
		Ivan Sedlo	1000	43°46′	7,2	13,0	-	79	74	1567	633
		Čemerno	1305	43°14′	6,0	11,5	-	79	74	1904	658
Submediteransko montano		Lasta	394	42°42′	11,8	17,5	-	-	-	1697	477
		Grabovica	958	43°40′	7,4	13,1	-	-	-	1380	536
Submediteransko	Bez zimzelenih elemenata	Konjic	280	43°39′	11,1	16,9	-	73	70	1404	496
		Lištica	320	43°23′	13,2	19,0	3477	71	65	1755	517
		Ljubinje	413	42°58′	11,1	16,4	-	69	62	1951	590
		Bileća	476	42°53′	12,3	17,9	3281	71	67	1606	552
		Berkovići	537	43°06′	11,8	17,1	-	70	65	1691	586
		Livno	724	43°50′	9,0	14,8	-	72	67	1181	457
	Sa zimzelenim elementima	Čapljina	5	43°05′	15,0	20,7	-	72	67	1156	365
		Stolac	64	42°42′	14,7	20,6	-	-	-	1126	444
		Ljubuški	98	43°12′	15,0	20,9	-	-	-	1459	462
		Mostar	99	43°21′	14,8	20,7	-	62	57	1539	506
		Trebinje	276	42°43′	14,4	19,7	-	70	65	1444	434
Eumediteransko		Ston (Neum)	2	42°50′	15,3	20,3	-	68	66	1395	448

Submediteransko-planinsko područje

Kako navode Stefanović i sur. (1983), ovo područje se prostire u višim dijelovima mediteransko-dinarske oblasti, uglavnom iznad 800 m, pa do najviših predjela, koji prelaze 2000 m nv. Prema orografskim karakteristikama predstavlja izrazito planinsko područje sa široko zastupljenim subalpinskim pojasom.

N/S kvocijent		Indeks suše IV-IX	Tr. veg. per	Pot. eva potr.	Indeks klima Im
Srednje vrijednosti					
God.	IV-IX				
562	155	20,8	184	556	5
-	-	-	166	514	-11
438	108	16,9	176	540	1
523	140	23,2	166	523	15
525	130	18,1	180	537	3
835	187	25,4	173	516	25
1127	255	25,1	173	568	23
880	201	23,7	164	533	20
986	231	27,5	152	479	32
1304	287	30,6	128	477	41
-	-	17,3	203	580	-4
-	-	23,7	159	500	10
552	127	18,4	205	701	-2
537	109	17,8	225	631	-4
649	125	22,4	197	693	13
520	126	17,8	215	575	7
547	132	21,6	212	591	12
494	119	18,4	171	533	3
240	69	11,9	255	668	-21
-	-	-	244	687	-17
-	-	-	241	708	-14
324	75	16,5	247	673	-6
394	87	14,6	247	627	-6
337	93	14,8	271	729	-19

Utjecaj mediteranske klime je izražen u cijelom području, pa čak i u području meteorološke stanice Gacko koja se nalazi na nadmorskoj visini od 960 metara. U vegetacijskom periodu u prosjeku padne oko 36% godišnjih padavina, ali, obzirom na nadmorsku visinu, odnos padavina i potencijalne evapotranspiracije je povoljan (1,06). Vegetacijski period traje od 120 do 190 dana (Čemerno, Drvar) (Tablica 5).

Geomorfološki, karakterizira se visokoplaninskim obilježjima vanjskih Dinarida, sa svim oblicima karstne erozije, kao i glacijacije. Izgrađeno je od krečnjaka i dolomita i tercijernih sedimenata u karstnim poljima, a izvorišni predjeli rijeke Neretve od jurskog fliša.

Preovladavaju zemljišne kombinacije tipa mozaika kalkomelanosola – kalkokambisola – luvisola, kao i mozaika kalkomelanosola – kalkokambisola na krečnjaku, a manje su zastupljene rendzine na dolomitu,

kompleks (odnosno mozaik) rendzina i kalkomelanosola – kalkokambisola na dolomitu i krečnjaku, distrični kambisol, eutrični kambisol i semiglej. Zemljišta su plitka s visokim stepenom površinske stjenovitosti, te se odlikuju naglim i čestim promjenama vlažnosti.

Realna šumska vegetacija: U mozaičnom rasporedu šumske vegetacije zastupljene su šume bukve i jele (*Abieti – Fagetum*), sekundarne šume bukve (*Fagetum montanum illyricum*). Za površine eksponirane jugu i zapadu karakteristične su hrastove fitocenoze.

Potencijalna šumska vegetacija: Najveće površine pripadaju šumi bukve i jele. Kraška polja pripadaju pretežno staništima lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris*), odnosno najvlažniji dijelovi šumama crne johe (*Alnetum glutinosae*).



Slika 28. Divlje trešnje kod Rakitna, lokalitet Trišnjevac (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Submediteransko područje

Prema Stefanoviću i sur. (1983), ovo područje najvećim dijelom zahvata niže predjele donje Hercegovine i jugozapadne Bosne, prostirući se uz Livanjsko polje. Visinski pripada dolinsko-brdskom pojasu, uglavnom do 750 m nv.

Ovdje je izrazit karakter submediteranske klime, što se posebno očituje uz tokove Neretve, Trebišnjice, Bregave i Trebižata. U višim predjelima (iznad 300 m) nešto je hladnije, a vegetacijski period traje od 200 do 230 dana (Berkovići, Bileća, Ljubinje, Lištica i Konjic). Već podaci za stanicu Livno znatno odstupaju od naprijed navedenih stanica. Niži dio područja (rejon sa zimzelenim elementima) je znatno topliji, pa vegetacijski period traje duže (240-260 dana), što se odražava na trajanje bezmraznog perioda. U vegetacijskom periodu u prosjeku za cijelo područje padne oko 33% godišnjih padavina. Odnos padavina i potencijalne evapotranspiracije u vegetacijskom periodu je vrlo nepovoljan (oko 0,66). Uzmemo li u obzir pljuskoviti karakter padavina i površinska i vertikalna otjecanja, on je ustvari još nepovoljniji (Tablica 5).

U pogledu geomorfologije, planinski masivi međusobno su razdvojeni visoravnima, zaravnima i kraškim poljima, a dobrim dijelom i aluvijalnim ravninama i terasama. Najvažnije stijene su krečnjaci i dolomiti kredne i jurske starosti, a u poljima i aluvijalnim ravnima zastupljeni su tercijarni sedimenti i recentni aluvijumi. Lokalno ima i lesolikog materijala.

Za razliku od prethodnog područja, ovo se karakteriše većim udjelom crvenica (terra rossa), bilo u zemljišnim kombinacijama ili kao samostalni zemljišni areal.

Realna šumska vegetacija: Najzastupljenija je klimazonalna zajednica medunca i bijelog graba (*Querco pubescentis – Carpinetum orientalis = Carpinetum orientalis*) s različitim zemljopisnim varijantama, odnosno regresivnim stadijima. U većem dijelu areala ove zajednice (pretežno s lijeve strane Neretve) zastupljen je makedonski hrast (*Quercus trojana*), pojedinačno ili grupimično. Rjeđe gradi cjelovite sastojine svoje zajednice (*Quercetum trojanae*). Na zarav-

njenim položajima s dubljim zemljištem, najčešće ilimerizovanim crvenicama, rasprostranjene su šume sladuna (*Quercetum confertae adriaticum*). Na recentnim fluvisolima (oko Neretve, Trebižata i Bregave) sreću se šume vrba i topola. Na višim položajima, u ekstremnijim uvjetima staništa, zastupljene su šume medunca i crnog graba (*Querco – Ostryetum carpinifoliae*), te šume crnog graba s jesenjom šašikom (*Seslerio – Ostryetum carpinifoliae*).

Potencijalna šumska vegetacija: Podudarna je u najvećoj mjeri s jedinicama realne vegetacije uz različite odnose u pogledu učešća pojedinih jedinica. Kraška polja, koja su periodično plavljena ili su pod utjecajem podzemnih voda, predstavljaju staništa šuma lužnjaka (*Carpino betuli – Quercetum roboris, Periploco graecae – Quercetum roboris*).

Klimatski i vegetacijski se područje diferencira na dva rajona, bez zimzelenih elemenata i sa zimzelenim elementima.

6. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA VARIJABILNOSTI DIVLJE TREŠNJE

Morfološka varijabilnost je kod većine vrsta šumskog drveća vrlo velika i na prvi pogled matematički neobjašnjiva. To predstavlja veliki izazov za mnoge suvremene istraživače, koji su raznim statističkim metodama pokušali objasniti zakonitost statističke raspodjele pojedinih svojstava. Kod divlje trešnje na najviše problema se nailazi kod hibridnih rojeva, budući da divlja trešnja lako hibridizira s domaćim kultivarima i sortama. Tako je morfološka varijabilnost divlje trešnje, zbog njene nepotpune reproduktivne izoliranosti (stupa lako u hibridizaciju s *P. fruticosa* i *P. cerasus*) vrlo velika, jer u hibridnim rojevima daje hibride slične pitomim trešnjama, a što je baza za selekciju novih sorti. Zbog toga, pravci kontinuiteta morfoloških svojstava čine njihovo određenje teškim (Tavand i sur. 2004; Mikić 2008). Panda i sur. (2003) su preko cpDNK polimorfizma (polimorfizam kloroplastne DNK) pokušali da riješe majčinske odnose među biljkama, odnosno nasljedna svojstva. Tom prilikom je ukupno analizirano 96 stabala divlje trešnje i 5 stabala višnje uz pomoć DNK biljega koji su smješteni u kloroplastima.

Čistim morfološkim istraživanjima 20 populacija divlje trešnje iz Bosne i Hercegovine, te nekoliko kontrolnih populacija bavio se Mikić (2008). On je dobio veliku individualnu varijabilnost za sva istraživana morfološka svojstva lista divlje trešnje. U tom istraživanju su primijenjene suvremene statističke metode, multivarijantne analize, koje su pokazale grupiranje populacija i varijabilnost na populacijskoj razini.

Istraživanje 23 stabla divlje trešnje u Srbiji na području Kraljeva je proveo Rakonjac (1993), te utvrdio veliku varijabilnost za sva istraživana svojstva. Tako, naprimjer, duljina lista kreće se od 8,8 cm – 11,9 cm, širina lista od 4,3 – 6,3 cm. Također su utvrđene razlike između stabala divlje trešnje i za ostala istraživana svojstva.

Prema Jovanoviću (1956, 1971, 2000), lišće kod divlje trešnje je oko 10 cm dugo i oko 5 cm široko, eliptično, zašiljeno i pri osnovi suženo, po obodu nazubljeno. Do ovih podataka se došlo periodičnim mjerenjima manjeg broja individua, za taksonomska osmatranja.

Slično i Herman (1971) u svojoj knjizi daje samo kratak opis lista divlje trešnje, bez detalja. Između ostalog piše da su listovi jajoliki, eliptični ili obrnuto jajoliki, na bazi zaokruženi do klinasti, na rubu krupno nazubljeni, na vrhu ušiljeni.

Za razliku od njih Ninkovski (1998) je istraživanjima varijabilnosti kultiviranih sorti trešanja utvrdio da se sorte međusobno razlikuju po sljedećim svojstvima: debljini plojke i nazubljenosti po obodu lista, duljini lisne peteljke, broju, veličini i obliku lisnih žlijezda na peteljci i osnovi lista.

Jovković (1999) je na 10 stabala divlje trešnje sa Golije u Srbiji, između ostalog, analizirala i morfološka svojstva lista. Istraživana su sljedeća svojstva: duljina plojke, širina plojke, indeks oblika, duljina peteljke, asimilaciona površina i nazubljenost oboda plojke. Prosječna duljina lista proučavanih stabala kretala se u intervalu od 4-10 cm. Razlike su utvrđene i za ostala istraživana svojstva listova.



Slika 29. Divlja trešnja na kamenjaru kod Rakitna (lokalitet Trišnjevac)
(foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Prve podatke o divljoj trešnji nalazimo kod Krüssman-a. Krüssman (1978) navodi da je list 6-15 cm dug, te širok oko 3 cm. Osim toga, daje i kratak opis 11 kultivara izdvojenih na temelju oblika krošnje, kao i tri varijeteta izdvojena na temelju morfoloških svojstava ploda i oblika krošnje.

Uporabom izoenzimskih biljega istraživana je varijabilnost divlje trešnje u Slovačkoj, gdje se prirodno naselila na napuštenim pašnjacima (Gömory 2004). Rezultati su pokazali da se za vrijeme širenja divlje trešnje njeno alelno bogatstvo povećalo u odnosu na

kontrolu (Gömory 2004). Također je poznato da fizičke barijere mogu da dovedu do genetske diferencijacije između populacija. Tako su Su i sur. (2003) dobili rezultat da Kineski zid znatno utječe na genetičku diferencijaciju između populacija *Prunus armeniaca* u tom dijelu Kine.

Analizom mikrosatelitske varijabilnosti kod populacija divlje trešnje, kao i njihovih samo-inkompatibilnih alela, iz doline Herte u zapadnoj Španiji, dobivena je velika varijabilnost. Takva istraživanja doprinose očuvanju genetskih izvora divlje trešnje, te se ovaj pristup može koristiti u očuvanju i drugih vrsta šumskih voćkarica (Wunsch i Hormaza 2004).

Granger (2004) je istraživao razmjenu gena u australijskim voćnjacima trešnje. Glavna smetnja boljem i bržem kretanju gena bilo je prisustvo S alela. Dobiveni rezultati ukazuju da samo jedna sorta oprašuje skoro sve ostale sorte.

Vaughan i Russell (2004) su radili na kategorizaciji novih mikrosatelita i razvoju višestrukih PCR analiza za masovne i brze analize populacija divlje trešnje. Njihov rad doprinosi brzoj i jednostavnoj kategorizaciji svih 11 nezavisnih polimorfičkih SSR na kromosomima.

Panda i sur. (2003) proveli su istraživanja s DNK kloroplastinim biljezima kod divlje trešnje, koristeći metodu PCR-RELP. cpDNK polimorfizam koji je utvrđen PCR-RELP biljezima korišten je i za utvrđivanje majčinskog nasljeđivanja. Glavne prednosti ove tehnike su: postojanost, brzina, jeftinoća i reproduktivnost.

Schneler i sur. (2003) su radili na kategorizaciji mikrosatelita kod divlje i pitome trešnje koristeći biljege za individualnu identifikaciju i reproduktivne procese. Varijabilnost mikrosatelitnih SSR biljega omogućila je nedvosmislenu identifikaciju.

Zhou i sur. (2002) su izvršili genetsku analizu i razlikovanje kultivara trešnje i selekciju primjenom polimorfnih DNK fragmenata. Registracijom odsustva ili prisustva 118 polimorfnih fragmenata DNK napravili su jedinstveni binarni kod za svaki kultivar i selekciju. Na osnovu toga konstruirali su dva filogenetska stabla od kojih potječu kultivari. Rezultati ukazuju da je primjena ove tehnike pouzdana za procjenu genetskih odstupanja i odnosa u nasadima trešnje.

Leinemann i sur. (2002) su genetskim proučavanjem drveća i grmlja, u kombinaciji s istraživanjem raznošenja peludi divlje trešnje i javora, došli do važnih saznanja u produkciji genetski raznovrsnog sadnog materijala, koji održava visoku adaptabilnu vrijednost.

Dirlewanger i sur. (2002) su radili na razvoju mikrosatelitnih biljega kod breskve i njihovoj uporabi u analizi genetske raznolikosti kod breskve i trešnje. Njihova istraživanja ukazuju na mogućnost primjene pri analizi genetske raznolikosti s velikom pouzdanošću.

Wang i Smith (2002) su utvrdili da dokazi iz istraživanja biljne demografije otkrivaju da bi raznošenje sjemena moglo imati važnu ulogu u utvrđivanju njegove raznolikosti i rasprostiranja. Nove tehnike, kao što su analiza izotopa i molekularno genetskih biljega, osiguravaju da se mogu uspostaviti odnosi između sjemena, sadnice i najzad do roditeljske biljke.

Serrano i sur. (2002) su analizirali 25 genotipova proizvedenih iz dijelova korijena različitih vrsta roda *Prunus*. Vrste su analizirane sa SSR biljezima razvijenim kod breskve, da bi se identificirali i odredili genotipovi i proučile genetske sličnosti među njima. Za analizu je bilo primijenjeno 18 biljega, što je dovoljno da se nedvosmisleno utvrde svi genotipovi. Sličnu tehniku su primijenili Struss i sur. (2002) kod genetske identifikacije patuljaste forme trešnje iz serije Giessen.

Filogenetska veza između 48 vrsta iz roda *Prunus* je ispitana pomoću analize polimorfnih sekvenci iz jezgri poznatih kao ITS i kloroplastnih sekvenci poznatih kao trnL-trnF kod DNK (Bortiri i sur. 2001). Nekoliko vrsta za koje se mislilo da su bliske rodu *Prunus* korištene su kao kontrolna skupina. Cilj ove studije je bio da se rekonstruira filogenoza *Prunus*a u cilju ponovnog utvrđivanja i provjere njihovih taksonomskih veza i pruži temelj za proučavanje morfološke evolucije vrste. Istraživanja su pokazala da je rod *Prunus* monofiletički i podijeljen u dvije skupine. Prva skupina je sastavljena od podskupina *Padus, Laurocerasus* i *Cerasus*. Druga skupina sadrži podskupine *Amygdalus* i *Prunus* i dijelove *Microcerasus* (podvrsta Cerasus) i *Penarmeniaca,* koja nikad nije bila priključena podskupini, i sjevernoameričku podskupinu *Emplectociadus*, koja može biti rano taksonomska skupina tj. sestrinska drugoj skupini (Bortiri i sur. 2001).

Kod roda *Prunus* genotip endokarpa s potpunim setom genotipova reproduktivnog stabla u populaciji može se nedvosmisleno utvrditi pomoću roditeljskog stabla za 82.1% prikupljenog sjemena, a 17.9% sjemena dolazi najvjerojatnije iz druge populacije. Identifikacija matičnih stabala *Prunus mahaleb* koja su bila izvor sjemena otkrila je heterogenost sjemena u genetskom sastavu, s različitim mikrostaništima, uglavnom 1-5 stabala koja su poslužila za naseljavanje određenog područja. Unutar populacije rasijavanje se kreće od 0-316 m, sa do 62% sjemena koje se nalaze na udaljenosti od 15 m udaljenosti od roditeljskog stabla (Godoy i Jordano 2001).



Slika 30. Divlja trešnja kod Žepe (foto: Said Memišević)

Za određivanje genetske raznolikosti među populacijama divlje trešnje mogu se upotrijebiti AFLP biljezi. Tako su Struss i sur. (2001) uz pomoć spomenutog biljega vršili identifikaciju i analizu genoma oplemenjenih sorti trešnje. Oplemenjene sorte trešanja su kategorisane određivanjem fenotipskih i pomoloških svojstava. Ovom metodom su sve analizirane sorte jasno identificirane.

Gömöry i Paule (2001) su istraživali prostornu strukturu i sustav oplodnje u populacijama divlje trešnje u Slovačkoj, a koristili su izoenzimske biljege. Pronašli su dosta nisku razinu genetske raznolikosti. Analiza oplodnje je otkrila prilično visoku stopu samooplodnje (5.1%) te pokazala visoku stopu oplodnje među srodnicima, s velikom varijacijom efektivne samooplodnje među pojedinačnim majčinskim stablima.

Jordano i Godoy (2000) su istraživali slučajne promjene i genetsku strukturu populacija pomoću uvećanih polimorfičnih DNK fragme-

nata (RAPD) kod sedam populacija rašeljke (*Prunus mahaleb*) koje su raspoređene na potezu od 100 km, s ciljem da utvrde lokalnu diferencijaciju u odnosu na prostornu izolaciju zbog zemljopisne udaljenosti i razlika u nadmorskim visinama. Rezultati istraživanja govore o ekstenzivnom toku gena između populacija, što je svojstveno za vrste čije sjeme se rasijava zoohorijom. Raznošenje sjemena na veće udaljenosti pomoću sisara i ptica je povezano s većim razinama unutarpopulacijske raznolikosti.

Pashkoulov i sur. (2000) su istraživali varijabilnost divlje trešnje uz pomoć sedam izoenzimskih sustava. Dobiveni rezultati su uspoređivani, a urađeni su na 14 stabala plemenitih sorti i 14 stabala divlje trešnje. Na kraju je dobivena varijabilnost kod obje skupine, što osigurava da se može odrediti genotip trešnje.

Downey i Iezzoni (2000) u svom istraživanju su utvrdili da se polimorfični DNK biljezi kod crne trešnje (*P. serotina*) mogu uspješno identificirati koristeći sekvence iz slatke trešnje, breskve i višnje.

Do sada nije sprovedeno istraživanje genetske raznolikosti unutar sjevernoameričke crne trešnje, niti podrijetlo varijeteta "*Capulin*" koja raste u Peruu i Meksiku. Pregledom germplazme koristeći spomenuti biljeg utvrđeno je da se ona sastoji od dijelova podrijetlom iz Mičigena, Meksika i Ekvadora. Također, rezultati su pokazali da kloroplastni DNK biljeg vodi podrijetlo od višnje, što je i uvjetovalo povećanje ploda kod tri varijeteta uključujući tu i varijetet "*Capulin*".

Bošković i Tobutt (1998) su istraživali unutarvrsne hibride *Prunus avium* "Napoleon" x *P. incis* i *Prunus avium* "Napoleon" x *P. nipponica*, pomoću 19 izoenzimskih sustava.

Gerlach i Strosser (1997) su pokušali da pomoću dijagrama nasumično povećane polimorfnosti DNK izvrše identifikaciju oplemenjenih sorti domaće trešnje. Tom prilikom je genomska DNK izolirana iz 15 sorti domaće trešnje. Za analizu su korišteni RAPD biljezi pogodni za njihovu identifikaciju. Ukupno je nađeno 16 različitih RAPD fenotipova. Između nekih sorti nisu identificirane genetske varijabilnosti.

Stockinger i sur. (1996) izradili su djelomičnu kartu gena vezanih za sortu trešnje "Emperor Francis" i 56 kultura kalusa. Analizirali su DNK

kod hibrida koristeći pet kloniranih RAPD-a koji su pokazali da biljezi povećavaju dio genoma "Emperor Francis", a sadržavali su jedinstvenu sekvencu. Tih pet kloniranih RAPD-a su također prepoznali homogene dijelove u vrstama *P. fruticosa* Pall., *P. cerasus* L., i prirodnom alopoliploidu između *P. fruticosa* i *P. avium*.

Beaver i sur. (1995) su istraživali izoenzimsku raznolikost kod nekoliko vrsta iz roda *Prunus*. Na 36 individua vrsta *P. cerasus, P. fruticosa* i *P. avium* analizirano je sedam enzimskih sustava, a glavna koordinativna analiza je korištena da se ispita divergencija izoenzima između tih vrsta. Za šest enzimskih sustava dobiven je veliki polimorfizam, a i velika razina heterozigotnosti između diploidnih i tetraploidnih vrsta, kao i inetrspecies hibrida. Tetraploidne individue trešnje bile su više heterozigotne nego diploidne, s prosječnom heterozigotnošću od 78% za razliku od 19% koliko je registrirano kod diploidnih.

Izoenzimski sustavi su korišteni da se ispita genetska varijabilnost unutar i između populacija pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) i divlje trešnje (*Prunus avium* L.). Nije utvrđena razlika u genetskoj



Slika 31. Jesenji aspekt divlje trešnje kod sela Luka, Srebrenica (foto: Sulejman Sinanović)

strukturi unutar populacija za testirane izoenzime osim jednog lokusa (zavisi od položaja kromosoma). Statističke analize i mjerenja genetske udaljenosti pokazali su male genetske diferencijacije među populacijama tih vrsta. Ovo se dešava zbog ljudskog djelovanja i ograničenog broja generacija, koje su praćene za ove vrste od posljednje glacijacije (Frascaria i sur. 1993).

Ford i sur. (2002) analizirali su utjecaj predtretmana na zakorjenjivanje reznica trešnje. Prosječno se u uobičajenom postupku zakorjenjivanja predtretiranjem giberalinom zakorjenjivanje može povećati i preko 80%. Dobiveni rezultati se u ovom slučaju promatraju u kontekstu efekata pomlađivanja.

Piagnani i sur. (2002) su vršili istraživanja s ciljem dobivanja protokola za regeneraciju (zakorjenjivanje) iz zrelih reznica (dijela tkiva, organa) za neke kultivare *Prunus avium* L. Kad biljka raste pod različitim spektrom sunčeve radijacije, kultivari pokazuju razne deformacije u odnosu na divlju trešnju. Glavne deformacije su u razvoju korijenskog sustava i razvoju klorofila. Izdanci divlje trešnje koji su rasli u mraku pokazali su da im je sadržaj klorofila a i b sličan kao onaj koji je zabilježen pod djelovanjem crvenog svjetla, dok kultivari nisu pokazali isto svojstvo.

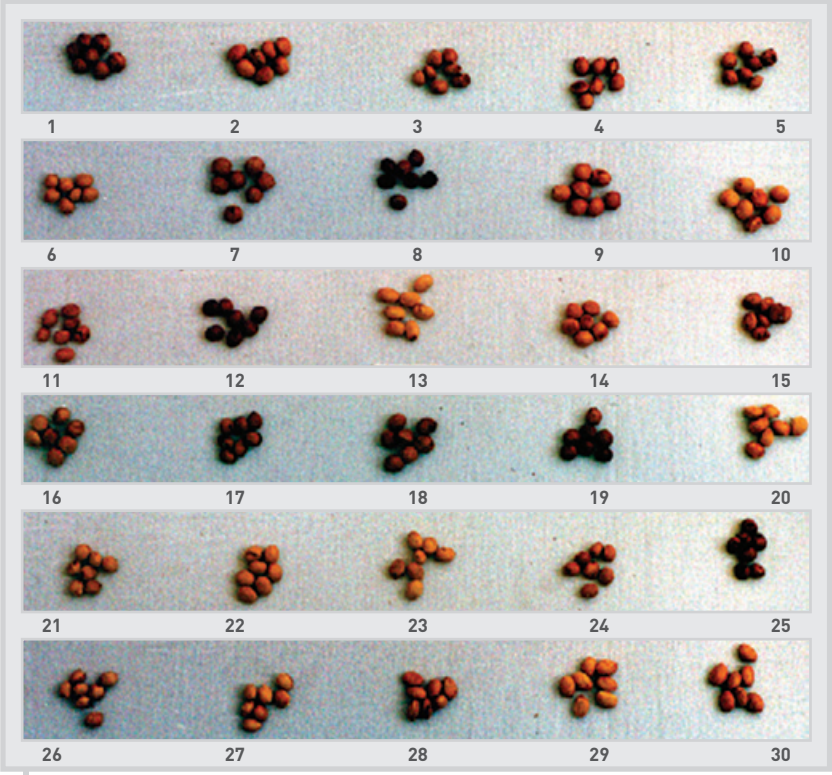
Long i sur. (1994) su radili na proizvodnji trešnje porijeklom iz mikrospora. Kada su mikrospore dospjele u jednojezgreni stadij, stavljene su u tečni medijum. Poslije oko 60 dana iz antere se pojavio kalus. Dobiveno je 270 kalusa, a od njih je 154 imalo samo jedan alel (haploidi), tako da se oni smatraju dobivenim iz mikrospora.

U Italiji su obavljena obimna istraživanja na divljoj trešnji koja su obuhvatila ekologiju, genetiku, selekciju, podizanje klonskih nasada, osnivanje sjemenskih plantaža, očuvanje, proizvodnju sadnog materijala autovegetativnim i heterovegetativnim razmnožavanjem (Ducci 2005). Osim toga, obavljena su obimna istraživanja na tehnikama uzgoja (interakcija klon – stanište), razmaku i dizajnu sadnje, njegovanju nasada, kao i istraživanja bolesti i štetočina. Također su obavljena istraživanja anatomskih karakteristika drveta divlje trešnje, kao i estetskih svojstava i uporabne vrijednosti drveta divlje trešnje.

7. MORFOLOŠKA VARIJABILNOST DIVLJE TREŠNJE U BOSNI I HERCEGOVINI

7.1. Početna istraživanja varijabilnosti morfoloških svojstava sjemena divlje trešnje

Istraživanjem divlje trešnje se željelo pokazati kakva je unutarpopulacijska varijabilnost određenih morfoloških svojstava sjemena i dati procjenu nasljednosti tih svojstava (Ballian 2000). Pored varijabilnosti prikazani su i korelacioni odnosi između pojedinih svojstava sjemena. Ovo istraživanje bi trebalo da pokaže, odnosno usmjeri i poveže daljnja istraživanja morfologije sjemena na međupopulacijskom nivou kod divlje trešnje.



Slika 32. Sjeme divlje trešnje (foto: Dalibor Ballian)

Tijekom sedmog mjeseca 1998. godine sabrani su plodovi sa 30 stabala, minimalno pet kilograma po stablu. Pri selekciji stabala vodilo se računa da su kvalitetnog fenotipa i da imaju dobar urod. Starost stabala bila je različita i nije se mogla uzeti u obzir jer su stabla pod jakim antropogenim utjecajem, s jakim lomovima grana ili lomom debla.

Neposredno po sabiranju plodovi su macerirani i sjeme odvojeno metodom flotacije u vodi, u roku od 48 sati.

Sjeme je naredna četiri mjeseca držano na hladnom, tamnom i prozračnom mjestu. U 11. mjesecu se pristupilo vaganju i mjerenju sjemena. Vaganje je obavljeno na laboratorijskoj vagi s točnošću od 0,1 g, a mjerenje dimenzija sjemena izvršeno je elektronskim pomičnim mjerilom s točnošću od 0,01 mm.

Izmjera je vršena za sljedeća svojstva:

1. masa 1000 komada sjemenki,
2. duljina sjemena,
3. širina sjemena,
4. debljina sjemena.

Za svako stablo izmjereno je 3x30 sjemenki uzetih slučajno, a u daljnjem radu korištena je srednja veličina svakog od tri uzorka. Za mjerenje težine uzeta su četiri uzorka po 1000 sjemenki. Nakon izmjere izračunati su osnovni statistički parametri, srednja veličina, standardna devijacija, varijaciona širina i koeficijent varijabilnosti, za svako svojstvo.

Tablica 6. Analiza varijance s očekivanim srednjim kvadratima za pojedino svojstvo

Izvori varijabilnosti	Suma kvadrata	Stupnjeva slobode	Sredina kvadrata	Očekivani srednji kvadrati	F- vrijednost
Staništa	Q_s	r-1			
Polusrodnici	Q_p	t-1		$\sigma^2_o + \sigma^2_p + r\,\sigma^2_t$	
Polusrodnici x Stanište	Q_l	(r-1)(t-1)		$\sigma^2_o + \sigma^2_p$	
Ukupno	Q	r t (n-1)		$k\,\sigma^2_o$	

Analizom varijance (Tablica 6) je utvrđena unutarpopulacijska varijabilnost za svako svojstvo, a pored toga je procijenjena nasljednost u širem smislu prema Kočiova (1974), uz korištenje sljedeće jednadžbe:

$$h^{2=} \frac{4\sigma^2_t}{k\sigma^2_o + \sigma^2_p + 4\sigma^2_t}$$ (Kočiová 1974, prema Stonecyphera 1967)

Obrađeni su i korelacioni odnosi između određenih morfoloških svojstava sjemena uz primjenu linearne korelacije ($y = a + bx$).

Uz linearnu korelaciju izračunati su svi pripadajući statistički parametri:

1. standardna greška procjene St^2,
2. standardna greška pravca korelacije Sa i Sb,
3. varijansa nezavisno promjenjive Sx^2,
4. varijansa zavisno promjenjive Sy^2,
5. kovarijansa Cxy,
6. koeficijent determinacije r^2 i korelacioni koeficijent r,
7. standardna greška koeficijenta Sr.

Izračunate korelacione veze:

Zavisno promjenjiva (y)	Nezavisno promjenjiva (x)
- duljina sjemena	- širina sjemena
- debljina sjemena	- širina sjemena
- masa 1000 kom. sjemena	- duljina sjemena
- masa 1000 kom. sjemena	- širina sjemena

Unutarpopulacijska varijabilnost

Duljina sjemena

Za svojstvo duljine sjemena srednja veličina u populaciji iznosila je 8,63 mm, standardna devijacija 0,78 mm, koeficijent varijabilnosti 9,04%, a varijaciona širina iznosila je 3,33 mm (od 7,36 mm do 10,69 mm) (Tablica 7).

Iz slike 33 može se vidjeti da su klase pomjerene ulijevo prema nižim vrijednostima. Prevladavaju stabla sa sitnijim do srednje dugim sjemenom, a samo manji broj stabala je s duljim sjemenom.

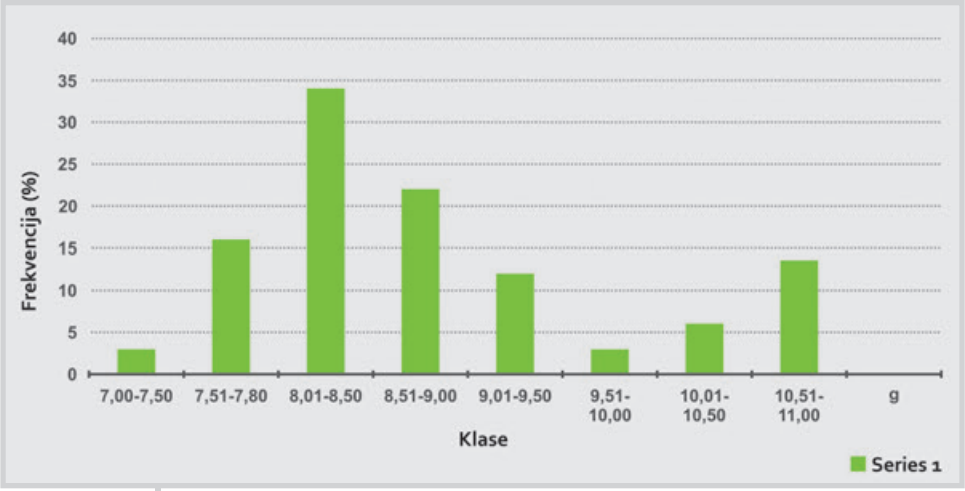
Analizom varijance dobivena je veličina koja pokazuje statistički značajnu razliku između stabala za istraživano svojstvo, a ona iznosi F=117,50**. Između blokova nije dobivena statistički značajna razlika, a dobivena veličina je F=0,94.

Procijenjena nasljednost je h^2=0,84, što je bilo i za očekivati zbog postojanja velike unutarpopulacijske varijabilnosti svojstva (Tablica 7).

Tablica 7. Osnovni biometrijski parametri, F-vrijednosti i vrijednost nasljednosti

Svojstvo	Srednja veličina	Standardna devijacija	Varijanca	Varijacioni koeficijent	Širina variranja	F-vrijednost	Nasljednost h^2
Duljina sjemena	8,63 mm	0,61 mm	0,78	9,04 %	3,33mm 7,36-10,69 mm	117,50**	0,84
Širina sjemena	7,15 mm	0,22 mm	0,47	6,57 %	1,85 mm 6,21 -8,06 mm	68,00**	0,78
Debljina sjemena	5,67 mm	0,15 mm	0,39	6,88 %	1,62 mm 4,80 - 6,42 mm	65,86**	0,79
Težina sjemena	185 g	880,53 g	29.67	16,04 %	1,08 g 1.29 min-2.37 max	34,83**	0,84

** Statistički značajna razlika na razini od 1%;

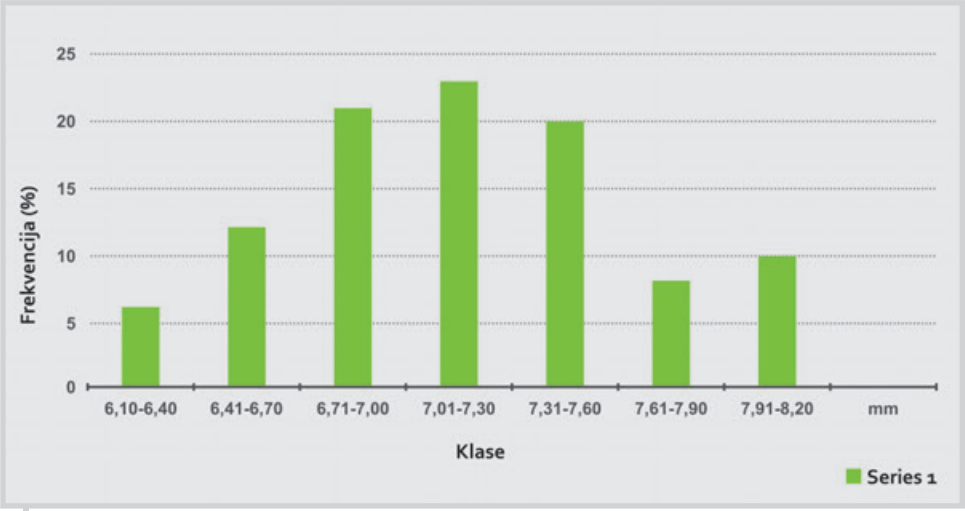


Slika 33. Raspored klasa duljine sjemena u populaciji (Ballian 2000)

Širina sjemena

Srednja veličina za svojstvo širine sjemena za populaciju iznosila je 7,15 mm, standardna devijacija 0,47 mm, koeficijent varijabilnosti 6,57%, a varijaciona širina 1,85 mm (od 6,21 mm do 8,06 mm) (Tablica 7).

Iz slike 34 može se vidjeti da se raspored klasa približava normalnom rasporedu. Prevladavaju stabla sa srednje širokim sjemenom, a samo manji broj stabala ima sjeme s minimalnom i maksimalnom širinom.



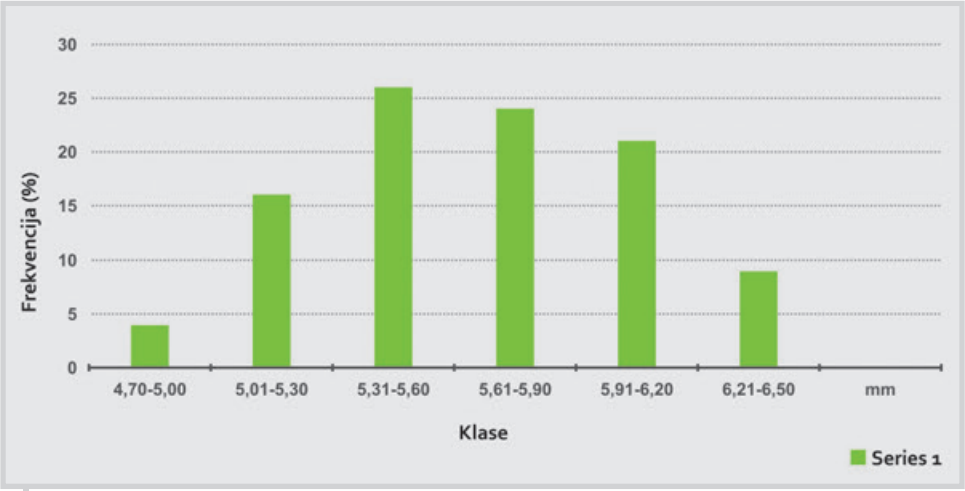
Slika 34. Raspored klasa širine sjemena u populaciji (Ballian 2000)

Analizom varijance dobivena je veličina koja pokazuje statistički značajnu razliku između stabala, F=68,00**. Između blokova nije dobivena statistički značajna razlika, dobivena veličina je F=0,01.

Procijenjena nasljednost je h^2=0,78, što je za očekivati jer u populaciji postoji izrazita individualna varijabilnost za svojstvo širine sjemena (Tablica 7).

Debljina sjemena

Za svojstvo debljine sjemena srednja veličina iznosila je 5,67 mm, standardna devijacija 0,39 mm, koeficijent varijabilnosti 6,88%, a varijaciona širina 1,62 mm (od 4,80 mm do 6,42 mm) (Tablica 7).



Slika 35. Raspored klasa debljine sjemena u populaciji (Ballian 2000)

Iz slike 35 može se vidjeti da prevladavaju stabla sa srednje debelim i debelim sjemenom, tj. da postoji više stabala s debljim sjemenom, ali u principu teže ka normalnom rasporedu.

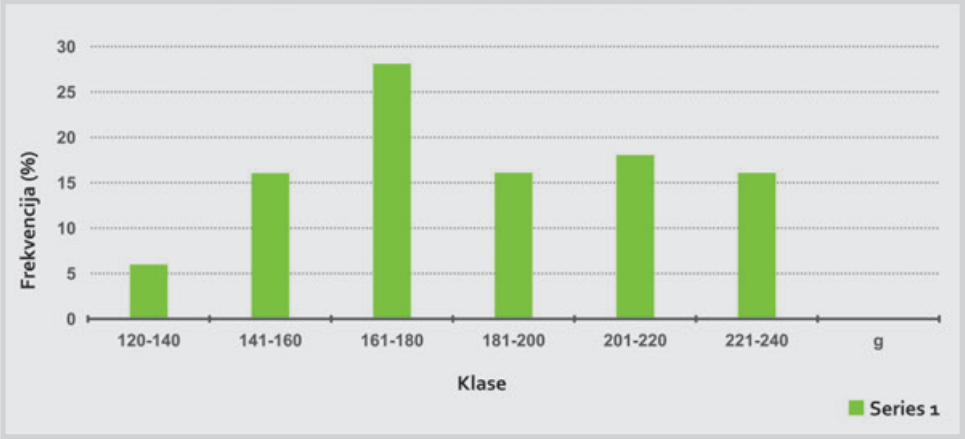
Analizom varijance dobivena je veličina koja pokazuje statistički značajnu razliku između stabala (tretmana), a ona iznosi F=65,86**. Između blokova nije dobivena statistički značajna razlika, jer je veličina F=0,01.

Procijenjena nasljednost je h^2 =0,79 što je za očekivati jer u populaciji postoji izrazita individualna varijabilnost za istraživano svojstvo sjemena (Tablica 7).

Masa 1000 sjemenki

Za svojstvo mase 1000 sjemenki dobivena je srednja veličina od 185 g, standardna devijacija je 29,67 g, koeficijent varijabilnosti 16,04%, a varijaciona širina 108 g (129 - 237 g) (Tablica 7).

Slika 36 pokazuje da raspored klasa odstupa od normalnog. Prevladavaju stabla s masom 1000 sjemenki od 161-180 g. Samo manji broj stabala, ili oko 20%, je imao manje mase, dok je oko 50% stabala imao veće mase.



Slika 36. Raspored klasa mase 1000 sjemenki u populaciji (Ballian 2000)

Analizom varijance dobivena je veličina koja pokazuje statistički značajnu razliku između stabala (tretmana), a iznosi F=34,83**. Između blokova nije dobivena statistički značajna razlika, dobivena veličina je F=0,05.

Procijenjena nasljednost je h^2=0,84, što je i za očekivati s obzirom da postoji statistički značajna razlika kod unutarpopulacijske varijabilnosti.

Srednja veličina od 185 g za 1000 sjemenki može se usporediti s podacima Regenta (1980), koji navodi srednju masu od 175 g. Dobivena širina variranja je veća nego je navodi Regent, jer je dobivena minimalna masa 129 g, a kod navedenog autora 153 g. Za maksimalnu masu ovaj autor navodi podatak od 208 g, a u ovom istraživanju maksimalna masa je 237 g. Na razlike u masama vjerojatno utječu različite provenijencije koje su obrađene u ovom istraživanju u odnosu na one koje je Regent uzeo u razmatranje u svojoj knjizi.

Sva svojstva pokazuju statistički značajnu individualnu unutarpopulacijsku varijabilnost, a i relativno visoku nasljednost, izuzev debljine sjemena. Od ova četiri istraživana svojstva najveću varijabilnost pokazuje svojstvo duljine sjemena (F=117,50**), a nasljednost duljina i masa 1000 sjemenki (h^2=0,84), dok su druga svojstva nižih vrijednosti.

Za stabla kod kojih smo dobili minimalne veličine za sva četiri istraživana svojstva, kažemo da predstavljaju "divlji tip" divlje trešnje poznat kao varijetet *Prunus avium* var. *actiana* L. (Herman 1971). Dati varijetet ima sitne plodove pa prema tome i sitno sjeme. Plodovi imaju crnu boju kad zriju. Na istraživanom sjemenu mogla se vidjeti crna boja koja zaostaje na sjemenu poslije maceracije i flotacije. Obično dolazi na najsitnijem sjemenu (Slika 32). Ostalo sjeme, koje je većih dimenzija i svijetložute boje, dolazi sa stabala koja su nastala hibridizacijom divlje trešnje i domaćih sorti trešnje, tj. predstavljaju hibride F_1, F_2, F_3 ili neke druge generacije. Do ovakvih zaključaka dolazimo i posmatrajući slike 33, 34, 35 i 36.

Korelacione veze između nekih svojstava

Analizirane su samo neke korelacione veze između istraživanih svojstava. Kod računanja korelacije prikazani su svi parametri koji definiraju neku korelacijsku vezu (Tablica 8). Na osnovu dobivenih parametara može se suditi o jačini korelacionih veza.

Duljina sjemena (y) i širina sjemena (x)

Dobivena linearna jednadžba glasi: y = 3,90 + 0,66 x, a r = 0,38.

U povećanju duljine sjemena u ovoj linearnoj korelaciji, širina sjemena sudjeluje s 38%, dok se ostalo duguje drugim neobuhvaćenim čimbenicima. Iz veličine korelacionog koeficijenta može se vidjeti da ova veza nije jaka i da se samo s 38% može objasniti.

Debljina sjemena (y) i širina sjemena (x)

Dobivena linearna jednadžba glasi: y = 1,01 + 0.65 x, a r = 0,87.

Za povećanje debljine sjemena u ovoj linearnoj korelaciji, širina sjemena sudjeluje s 87%, dok se ostatak duguje ostalim čimbenicima koji nisu obuhvaćeni. Iz ovog se može zaključiti da širina sjemena znatno utječe na debljinu sjemena.

Masa 1000 sjemenki (y) i duljina sjemena (x)

Dobivena linearna jednadžba glasi: y = -35.45 + 25,53 x, a r = 0,16.

Za povećanje mase 1000 komada sjemenki u ovoj linearnoj korelaciji, duljina sjemena sudjeluje sa 16%, dok ostali čimbenici nisu obuhvaćeni. Iz ovoga se može zaključiti da je ova korelaciona veza slaba.

Masa 1000 sjemenki (y) i širina sjemena (x)

Dobivena linearna jednadžba glasi: y = -186,97 + 52,01 x, a r = 0,29.

Za povećanje mase 1000 komada sjemenki u ovoj linearnoj korelaciji, širina sjemena sudjeluje s 29%, dok ostali čimbenici nisu obuhvaćeni. Iz ovoga razloga se može zaključiti da je i ova veza slaba kao i ona prethodna.

Samo korelaciona veza između debljine sjemena i širine sjemena pokazuje veliku međuzavisnost, za razliku od drugih korelacionih veza. Za korelacione veze između mase 1000 sjemenki sa duljinom i širinom sjemena, dobivene su male vrijednosti korelacionog koeficijenta, jer na težinu utječe debljina ljuske i specifična gustoća sklerenhimskih stanica koje grade košticu. Pored toga, znatno utječe i veličina sjemena u ljuski i njegova punoća. Svi osnovni biometrijski parametri koji su značajni za ovu korelacionu vezu dati su u Tablici 8.

Sva istraživana svojstva pokazuju veliku individualnu unutarpopulacijsku varijabilnost, a posebno svojstvo duljine sjemena. Nasljednost svih svojstava je velika, a naročito je izražena kod duljine sjemena i mase 1000 sjemenki gdje je h^2= 0,84, a kod ostalih svojstava kreće se od h^2= 0,78 za širinu sjemena do h^2 =0,79 za debljinu sjemena.

Od korelacionih veza najveću međuzavisnost pokazuje odnos debljine i širine sjemena, dok kod ostalih korelacionih veza mnogi neobuhvaćeni čimbenici imaju velikog udjela u tim vezama. Sva stabla koja imaju male duljine, širine, debljine i mase sjemena možemo podvesti pod varijetet divlje trešnje *Prunus avium* var. *actiana* L., koji predstavlja čistu divlju trešnju. U populacijama divlje trešnje veliko je učešće stabala koja su nastala spontanom hibridizacijom sa sortama pitome trešnje. Tako u populacijama nalazimo stabla F_1, F_2, F_3 i drugih generacija, što daje veliku varijabilnost populaciji za istraživana svojstva. Prisutna hibridizacija sa sortama pitome trešnje daje novu

kvalitetu selekciji jer se mogu selekcionirati stabla koja imaju značaj za šumarstvo i poljoprivredu. Postojanje varijabiliteta za analizirana svojstva ukazuje na mogućnost njenog korištenja pri izvođenju šumsko-uzgojnih radova, kao i za osnivanje sjemenskih baza.

Tablica 8. Osnovni biometrijski parametri linearne korelacione veze za ispitivana svojstva

Korelaciona veza		**Duljina sjemena - širina sjemena**	**Debljina sjemena - širina sjemena**	**Masa sjemena -duljina sjemena**	**Masa sjemena - širina sjemena**
Korelaciona jednačina		y = 3,90 + 0,66 x	y = 1,01 + 0,65 x	y = -35,45 + 25,53 x	y = -186,97 + 52,01 x
Parametar	A	3,90	1,01	-35,45	-186,97
Parametar	B	0,66	0,65	25,53	52,01
Standardna greška procjene	St	+/-0,7224	+/-0,1667	+/-23,4195	+/-15,9558
Standardna greška pravca korelacije	Sa	+/-1,4656	+/-0,1836	+/-11,0694	+/-44,8189
	Sb	+/-0,2832	+/-0,0656	+/-5,4794	+/-6,2552
Varijanca nezavisno promjenjive	S_x^2	0,2270	0,2281	0,6271	0,2223
Varijanca zavisno promjenjive	S_Y^2	0,6271	0,1556	875,1907	925,4327
Kovarijansa	C_{XY}	0,1445	0,1655	14,3810	17,5386
Koeficijent determinacije	r^2	0,1468	0,7718	0,0262	0,0852
Koeficijent korelacije	R	+/-0,3831	+/-0,8785	+/-0,1619	+/-0,2919
Standardna greška koeficijenta	S_r	+/-0,1746	+/-0,0903	+/-0,1730	+/-0,1590

7.2. Varijabilnost nekih svojstava cvijeta divlje trešnje u središnjoj Bosni

Divlje trešnje pokazuju značajnu varijabilnost u morfološkim i fenološkim svojstvima (Weiser 1996; Meier-Dunkel i sur. 1997; Kleinschmit i sur. 2000). Santi i sur. (1990) proučavali su nasljeđivanje i povezanost izoenzimskih lokusa i opisali varijabilnost u izoenzimskim uzorcima. Ducci i Proietti (1997) su pronašli najniži stupanj polimorfizma u izoliranim populacijama u središnjim južnim Apeninima, gdje je

udaljenost između populacija velika. Watkin i sur. (1956) pronašli su jednostavno naslijeđene dominantno-recesivne parove alela za boju voćnog soka i pojavu albinizma. Utjecaj mineralne ishrane na cvjetove divlje trešnje istraživali su Betrán i sur. (1997). Istraživanja su provedena na pokusnom nasadu divlje trešnje (*Prunus avium*, L. cv. 'Van'), gdje su selekcionirane biljke cijepljene na tri različite podloge: Adara, SL 64 i Colt. Rezultati su pokazali značajan utjecaj mineralne ishrane na veličinu cvjetova i listova. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi međupopulacijsku i unutarpopulacijsku varijabilnost promjera cvijeta i broja cvjetova u cvjetnoj gronji kod divlje trešnje, te pokazati mogu li te karakteristike poslužiti za daljnju taksonomsku diferencijaciju divlje trešnje. Također će ova saznanja omogućiti identifikaciju novih oblika divlje trešnje na temelju oblika kruničnih listova i boje cvjetnih latica. To je potrebno kako bi se utvrdile karakteristike čiste divlje trešnje, što je trenutno nemoguće zbog prisutnosti hibrida s domaćom trešnjom. Literaturni izvori o promjeru cvijeta i broju cvjetova u gronji divlje trešnje su oskudni i nedostatni. Obično su dostupni opći podaci koji ne tretiraju varijabilnost stabala u populaciji i između populacija, već su generalizirani. Tako je Krüssmann (1978) izvijestio da je promjer cvijeta 25 mm. U "Flori Srbije" Jovanović (1972) navodi promjer od 25-30 mm, Rushforth (1999) navodi promjer od 25-32 mm, dok Hieke (1989) navodi promjer od 28 mm za divlju trešnju, a isti autor za *Prunus avium* "Plena" navodi promjer cvijeta od 30 mm. Clemants (1996) navodi da je promjer kruničnih listića divlje trešnje 9-15 mm. Budući da su podaci o trešnjama tako rijetki, koristit ćemo se studijama provedenim na drugim vrstama roda *Prunus* koje su tretirale pitanje veličine cvijeta, odnosno njegov promjer, te njihovu korelaciju s nekim drugim karakteristikama biljaka (npr. fenološkim). Prema Pejkić (1980) kod breskve (*Prunus persica* L.) veličina cvijeta određuje vrijeme sazrijevanja ploda; veći cvjetovi sazrijevaju brže, dok manjim treba nešto više vremena da sazriju. Na isti način – u procesu unakrsne oplodnje jednakih ili malih cvjetova – dobivena je segregacija 1:2:1 (veliki:srednji:mali), s velikim i malim homozigotnim cvjetovima. Što se tiče broja cvjetova u gronji, Heike (1989) navodi 4-6 cvjetova kod divlje trešnje, a također i kod *Prunus avium* '*Plena*', dok u "Flori Srbije" Jovanović (1972) navodi 2-6

cvjetova u cvjetnim gronjama u obliku štita, a 2-5 cvjetova navodi Rieger (2002). Boja cvjetova varira od bijele [Preston (1976); Rushforth (1999)], do ljubičasto-bijele, prema Burnie i sur. (1997).

Kod sistematske podjele divlje trešnje na niže taksonomske jedinice na temelju oblika i veličine kruničnih latica - u literaturi nije bilo izvješća niti drugih podataka vezanih uz boju cvjetova.

U istraživanju Balliana (2002) mjerenje i brojanje cvjetova u gronjama divlje trešnje obavljeno je na četiri lokaliteta u Bosni: Mrkovići, Dejčići, Ilijaš i Kakanj (Slika 37). Rad na mjerenju i brojanju obavljen je u proljeće 1999. godine. Tri lokaliteta su zastupljena s 30 stabala, dok je lokalitet Ilijaš zastupljen s 15 stabala. Izvršeno je mjerenje promjera cvjetova na 30 cvjetova po stablu, kao i brojanje cvjetova u jednakom broju gronja po jednom stablu.



Slika 37. Varijabilitet promjera cvjetova u populaciji Mrkovići (foto: Ballian 2002)

Cvjetovi su uzorkovani sa srednjih grana vanjskog dijela krošnje, te s južne ekspozicije stabla. Uzorci su uzimani samo sa kratkih izbojaka.

Promjer cvjetova mjeren je digitalnim pomičnim mjerilom, nakon pritiska cvijeta na tvrdu i ravnu površinu, kako bi se odredio razmak između vanjskih rubova najveće krune latice i dva najmanja.

Za daljnju podjelu na oblike prema veličini i oblicima latica krune dat je grafički prikaz oblika za sve

Tablica 9. Osnovni podaci o nadmorskoj visini i broju stabala po populaciji te broju izmjerenih cvjetova i cvjetnih grozdova

Populacija	Nadmorska visina	Broj analiziranih stabala	Broj analiziranih cvjetova
Mrkovići	800-1000	30	900
Ilijaš	430	15	450
Dejčići	1250	30	900
Kakanj	420	30	900
Total	-	105	3150

populacije zajedno. Za prezentaciju je iz cvijeta uzeta krunična latica srednje veličine.

Boja kruničnih latica određena je uz pomoć skale boja prema Kornerup i sur. (1961). Boje su dane u šiframa koje vrijede za katalog koji se koristi.

Varijabilnost unutar populacije

Promjer cvijeta

a. Populacija Mrkovići

Srednji promjeri cvijeta u populaciji kretali su se od 23,38 mm do 35,18 mm, dok se standardna devijacija kretala od 0,71 mm do 4,47 mm, a raspon variranja iznosio je 16,41 mm (od 21,25 mm do 37,66 mm) (Slika 38).

Analizom varijance dobivena je veličina koja pokazuje statistički značajnu unutarpopulacijsku razliku između stabala, na razini od 1% za ispitivano svojstvo, a F_0 iznosi 124,60**.

b. Populacija Dejčići

Za promjer cvijeta srednje vrijednosti kretale su se od 22,15 mm do 32,38 mm, dok se standardna devijacija kretala između 0,76 i 3,84 mm, a raspon variranja iznosio je 15,69 mm (19,59 do 35, 28 mm) (Slika 39).

Analizom varijance dobivena je F_0 vrijednost od 101,77**, što ukazuje da postoji statistički značajna razlika unutar ispitivane populacije, na razini od 1%, za promjer cvijeta.

c. Populacija Kakanj

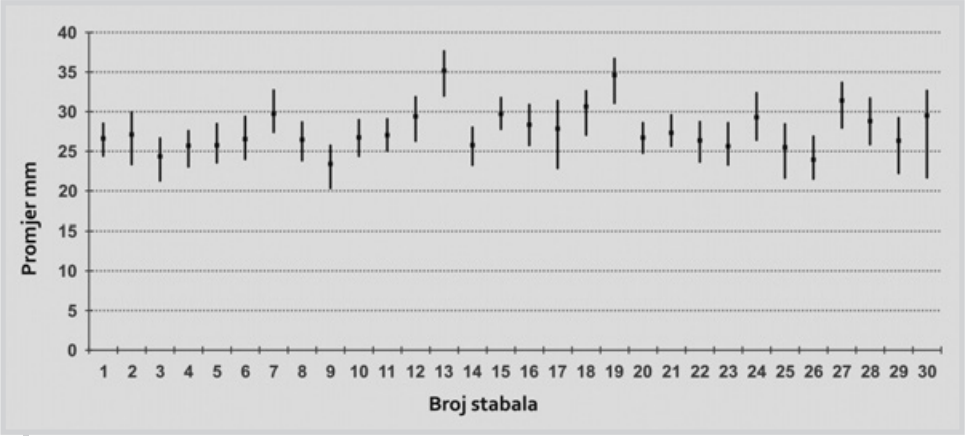
Srednje vrijednosti promjera cvijeta u populaciji Kakanj kretale su se od 24,83 mm do 31,93 mm, dok se standardna devijacija kretala između 0,92 mm i 6,09 mm, a raspon variranja iznosio je 17,31 mm (od 17,17 mm do 34,48 mm) (Slika 40).

Rezultati analize F_0 vrijednosti od 41,85**, pokazali su da postoji statistički značajna razlika između stabala ispitivane populacije za promjer cvijeta, na razini od 1%.

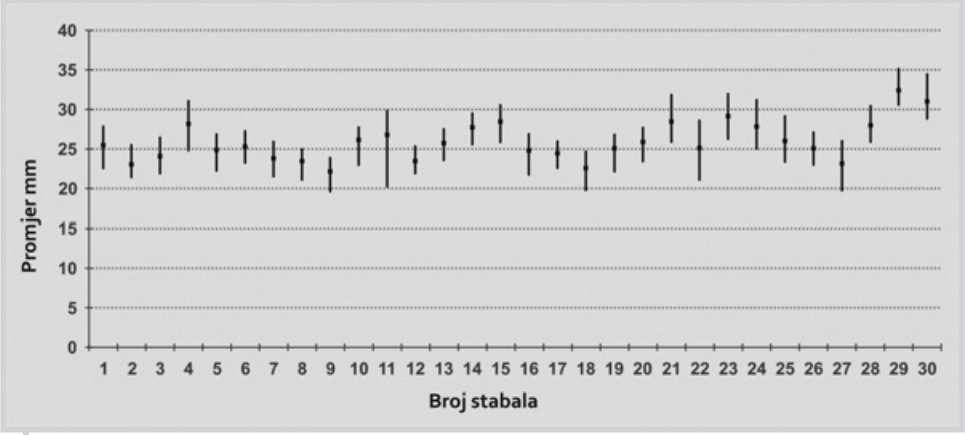
d. Populacija Ilijaš

Za promjer cvijeta u ispitivanoj populaciji srednje vrijednosti bile su između 24,87 mm i 34,19 mm, dok se standardna devijacija kretala između 0,57 mm i 3,79 mm, a raspon variranja iznosio je 16,94 mm (između 20,34 mm i 37,32 mm) (Slika 41).

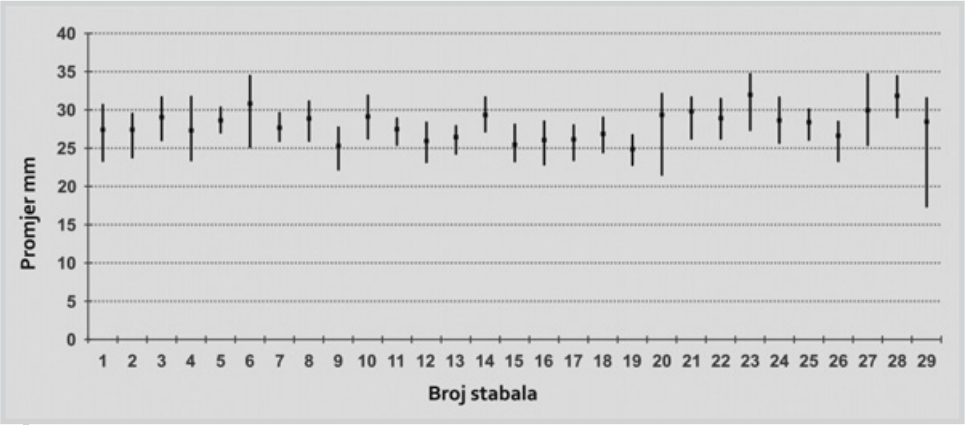
Analizom varijance dobivena je statistički značajna razlika na razini od 1%, uz vrijednost F_0 od 45,71**, što dokazuje da postoje razlike između stabala u ispitivanoj populaciji.



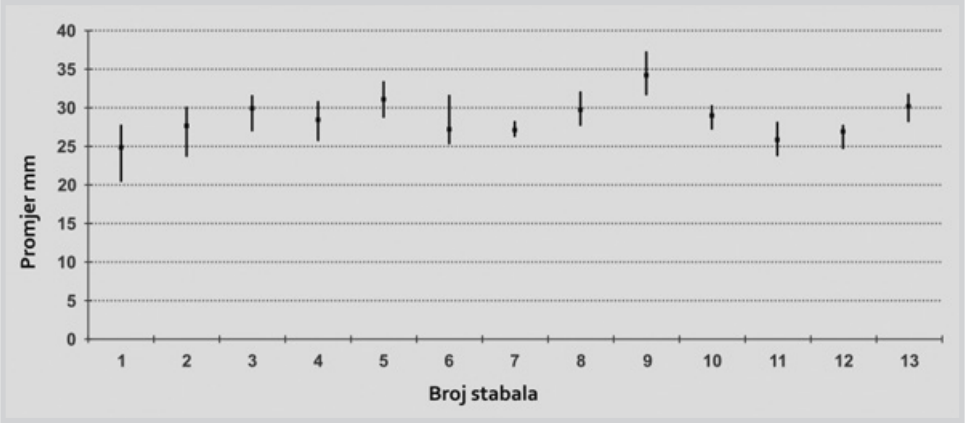
Slika 38. Promjer cvijeta u populaciji Mrkovići (Ballian 2002)



Slika 39. Promjer cvijeta u populaciji Dejčići (Ballian 2002)



Slika 40. Promjer cvijeta u populaciji Kakanj (Ballian 2002)



Slika 41. Promjer cvijeta u populaciji Ilijaš (Ballian 2002)

Promatramo li promjer cvjetova u populacijama, uočavamo da se prosječni promjer smanjivao s porastom nadmorske visine populacije. Tako smo najveći promjer od 28,6 mm uočili kod populacije iz Ilijaša, koja se nalazi na najnižoj nadmorskoj visini, dok je najmanji promjer (25,9 mm) uočen kod populacije Dejčića koja se nalazi na najvećoj nadmorskoj visini. Na osnovu podataka sadržanih u tablici 10 može se uočiti da je ispitivano svojstvo pokazalo najveću razinu homogenosti u populaciji Kakanj gdje je zabilježena standardna devijacija od 3,41 mm, a najveću varijaciju u populaciji Mrkovići.

Prosječan promjer cvijeta u populacijama je stoga veći od onih koje je objavio Krüssmann (1978), i podudarao se s izvještajima Jovanović (1972), Little (1998), Rushforth (1999) i donekle Hieke (1989).

Osim toga, podaci dobiveni istraživanjem ukazuju na prisutnost introgresije gena domaće (kultivirane) trešnje u populaciji divlje trešnje. Tako bi se divlja trešnja trebala karakterizirati najmanjim promjerom cvijeta, a u ovom istraživanju dobili smo cijeli spektar promjera koji su uvjetovali statistički značajne razlike između stabala u populaciji.

Broj cvjetova u gronji

a. Populacija Mrkovići

Broj pupova u gronji srednjeg ranga za stabla u populaciji Mrkovići varirao je od 2,7 do 4,1 pupa, a veličina standardne devijacije od 0,09 do 0,42, dok se varijacija kretala između 2 i 6 cvjetova (Slika 42).

Analizom varijanci dobivene su statistički značajne razlike za ispitivano obilježje unutar populacije na razini od 1%, budući da je F_o vrijednost iznosila 17,50**.

b. Populacija Dejčići

U populaciji Dejčići broj cvjetova u gronji srednjeg ranga varirao je između 2,4 i 4,1 pupa, a veličina standardne devijacije između 0,05 i 0,48, dok se raspon varijabilnosti kretao između 2 i 5 cvjetova (Slika 43).

Analizom varijance dobivena F_o vrijednost od 17,90** ukazuje na postojanje statistički značajne razlike na razini od 1% između stabala ispitivane populacije.

c. Populacija Kakanj

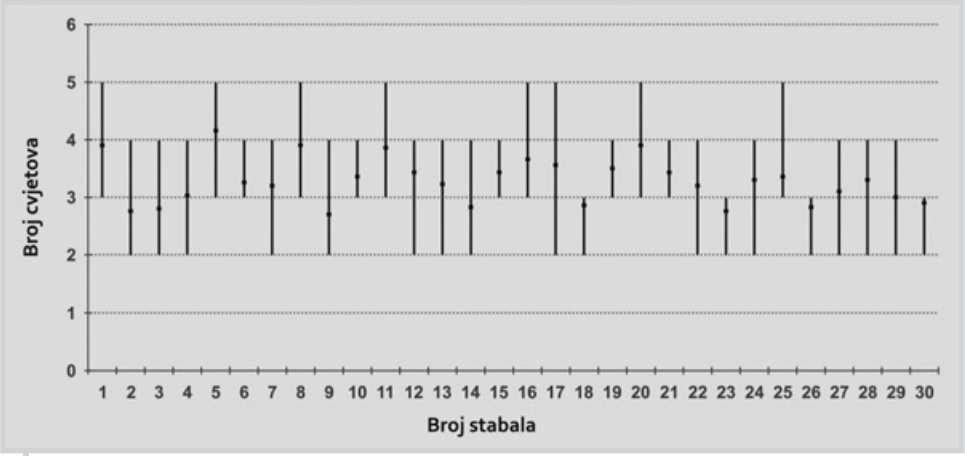
Broj cvjetova u gronji imao je srednje vrijednosti u populaciji koje su varirale između 2,4 i 3,8 pupova, dok je veličina standardne devijacije varirala između 0,14 i 0,55, a raspon varijabilnost između 2 i 5 cvjetova (Slika 44).

Analizom varijance uočena je statistički značajna razlika između populacijskih stabala, F_o vrijednost je 11,06**, na razini od 1%.

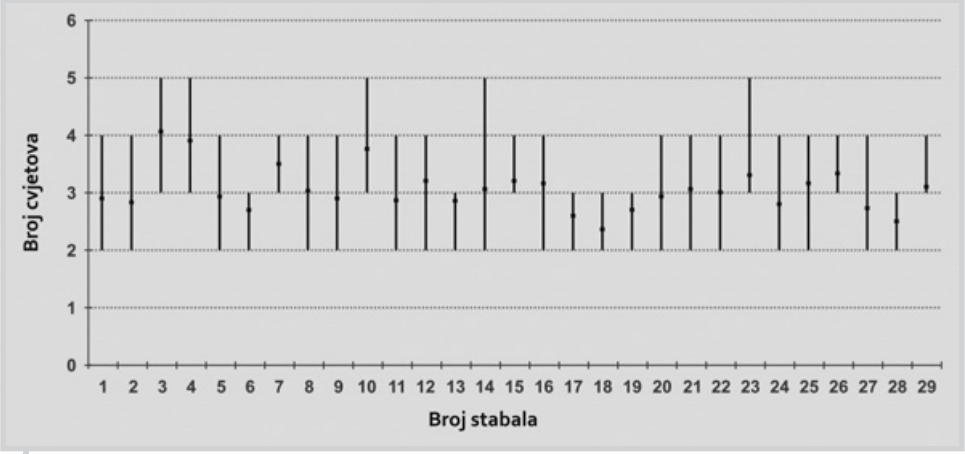
d. Populacija Ilijaš

Za ispitivano svojstvo broja cvjetova u gronji u populaciji Ilijaš srednje vrijednosti broja cvjetova su varirale od 2,73 do 4,93 cvjetova, a standardna devijacija se kretala između 0,06 i 0,49, dok je raspon varijabilnosti bio između 2 i 6 cvjetova (Slika 45).

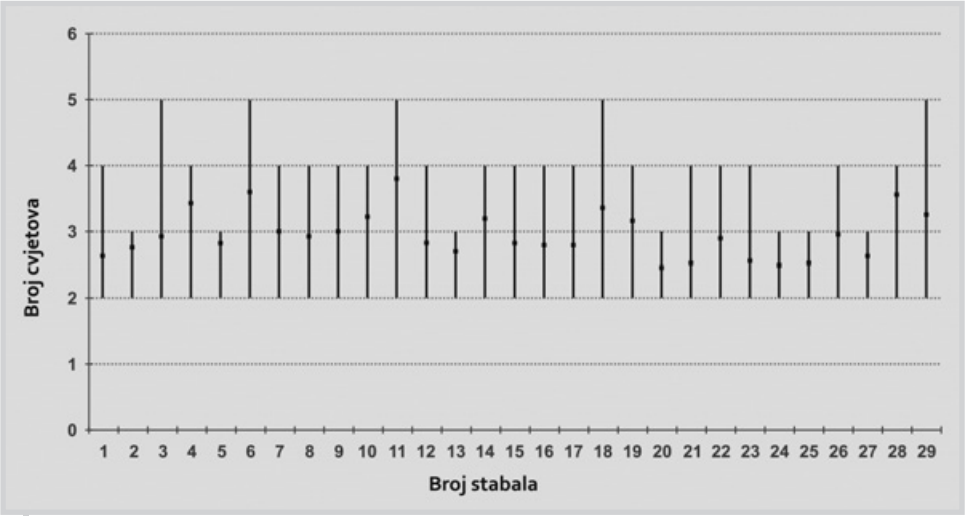
Analiza varijance i dobivene vrijednosti F_o od 20,27** pokazuju da postoji statistički značajna razlika između stabala na razini od 1%.



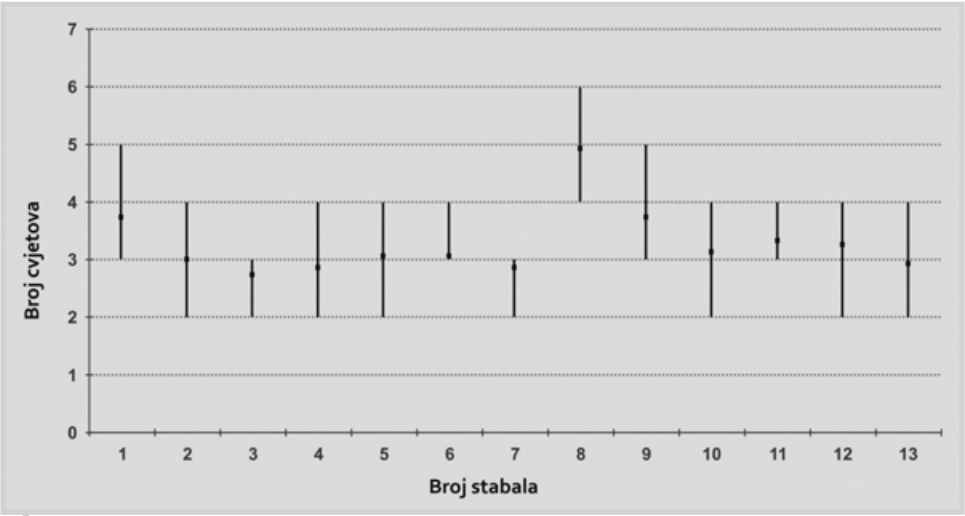
Slika 42. Broj cvjetova u gronji populacije Mrkovići (Ballian 2002)



Slika 43. Broj cvjetova u gronji populacije Dejčići (Ballian 2002)



Slika 44. Broj cvjetova u gronji populacije Kakanj (Ballian 2002)



Slika 45. Broj cvjetova u gronji populacije Ilijaš (Ballian 2002)

Na osnovu dobivenih podataka u tabeli 10 vidi se da je populacija Ilijaš pokazala najveću unutarpopulacijsku varijaciju, i to varijaciju od 0,34. Ostale populacije su prilično homogene s varijacijama od 0,12 do 0,16.

Tablica 10. Osnovni biometrijski podaci dobiveni iz populacija

Populacija	Promjer cvjeta				Broj cvjetova u gronji			
	Srednja veličina (mm)	Standardna devijacija (mm)	V.K. (%)	F_o vrijednost	Srednja veličina (mm)	Standardna devijacija (mm)	V.K. (%)	F_o vrijednost
Mrkovići	7,7	7,57	27,32	124,60**	3,28	0,16	4,87	17,50**
Ilijaš	8,6	6,04	21,11	45,71**	3,28	0,34	10,36	20,27**
Dejčići	5,9	6,02	23,34	101,77**	3,04	0,15	4,93	17,90**
Kakanj	8,0	3,41	12,17	41,85**	2,95	0,12	4,06	11,06**
Za četiri populacije	7,5	-	-	-	3,14	-	-	-
Međupopulacijska varijabilnost	-	-	-	5,79**	-	-	-	4,06**

Za broj cvjetova u gronji nismo mogli donijeti nikakve zaključke u odnosu na ekološke uvjete i njihov utjecaj na broj cvjetova, budući da se iz rezultata nije mogao zaključiti nikakav obrazac.

Dobiveni rezultati variraju unutar granica navedenih u radovima Jovanović (1972), Hieke (1989), Little (1998) i Rieger (2002).

Međupopulacijska varijabilnost

Promjer cvijeta

Promjer cvijeta srednjeg ranga za sve populacije iznosio je 27,57 mm, dok je za populaciju Dejčići iznosio 25,92 mm, a za populaciju Ilijaš 28,62 mm. Varijacija između populacije Kakanj i populacije Mrkovići kretala se između 3,41 mm 7,57 mm.

Analizom varijabilnosti za ispitivano svojstvo utvrđena je statistički značajna međupopulacijska varijabilnost, F_o vrijednosti od 5,79**, za 1% razlike.

Prosječna vrijednost promjera cvijeta za četiri populacije unutar je raspona podataka koje su objavili Jovanović (1972), Little (1998) i Rushforth (1999), bliska podacima koje navodi Hieke (1989), dok je mnogo veća u usporedbi s podacima koje navodi Krüssmann (1978).

Kako cijeli spektar promjera cvijeta definira statistički značajne razlike unutar populacije, postoji tendencija populacija da se značajno statistički razlikuju. To je posljedica više ili manje prisutne introgresije kultivirane trešnje u populaciju divlje trešnje.

Broj cvjetova u gronji

Prosječan broj cvjetova u gronji za sve populacije bio je 3,14, od 2,95 kod populacije Kakanj do 3,28 kod populacija Mrkovići i Ilijaš. Standardna devijacija se kretala od 0,12 za populaciju Kakanj do 0,34 za populaciju Ilijaš.

Analizom varijance dobivena je statistički značajna međupopulacijska varijabilnost za ispitivano svojstvo na razini od 1%, budući da je vrijednost F_o iznosila 4,06**.

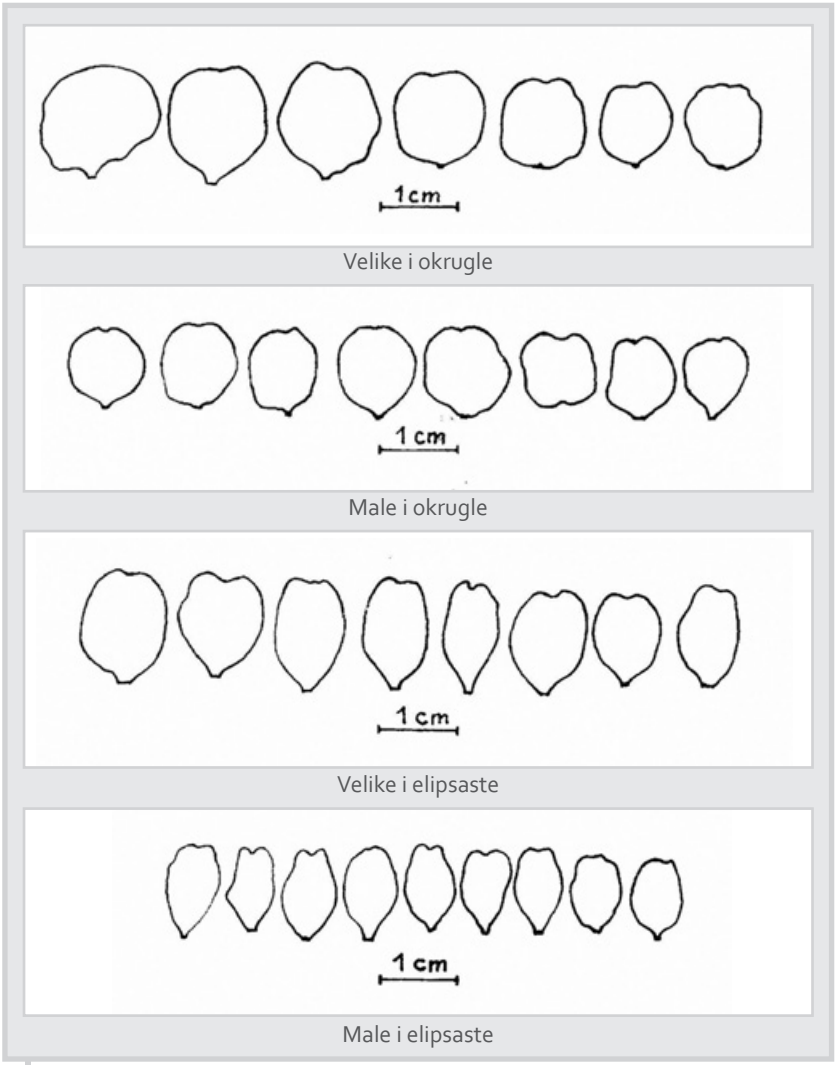
Za prosječan broj cvjetova možemo reći da su se dobiveni podaci kretali unutar granica koje su objavili Jovanović (1972), Little (1998) i Rieger (2002), dok su podaci koje je objavio Hieke (1989) bili nešto viši od onih dobivenih ovim istraživanjem.

Varijabilnost oblika i veličina kruničnih listića

Iz slike 46 vidljivo je da postoje razlike u obliku i veličini kruničnih listića između skupina. Na temelju ovih morfoloških karakteristika i vizualno utvrđenih veličina kruničnih listića razlikujemo sljedeće oblike divlje trešnje:

I. a. Oblici velikih i zaobljenih kruničnih listića (Slika 47).
   b. Oblici malih i zaobljenih kruničnih listića (Slika 48).
II. a. Oblici krupnih i eliptičnih kruničnih listića.
   b. Oblici malih i eliptičnih kruničnih listića (Slika 49).

Varijabilnost ukazuje na introgresiju gena domaće trešnje u populacije divlje trešnje, tako da su oblici s velikim zaobljenim i eliptičnim kruničnim listićima bliski domaćoj, kultiviranoj trešnji. Oblici sa sitnim zaobljenim i eliptičnim kruničnim listićima najvjerojatnije su oblici koji karakteriziraju divlju trešnju. Uočena hibridizacija, odnosno segregacija koja se javlja u kasnijim generacijama, otežava rad na determina-

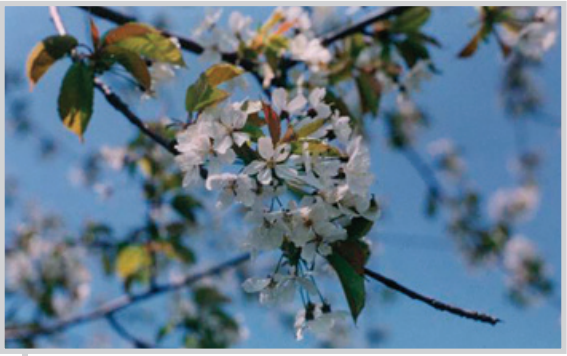


Slika 46. Tipovi latica prema obliku i veličini (Ballian 2002)

ciji oblika čisto divlje trešnje. Prema izvješćima Pejkića (1980), veliki i mali krunični listići određivali bi homozigote, budući da krunični listići izravno utječu na veličinu cvijeta. Iz toga se može zaključiti da su krunični listići čiste divlje trešnje homozigotno recesivni.



Slika 47. Veliki i okrugli krunični listići, populacija Mrkovići (foto: Ballian 2002)



Slika 48. Mali eliptični krunični listići, populacija Mrkovići (foto: Ballian 2002)



Slika 49. Mali i okrugli krunični listići, populacija Mrkovići (foto: Ballian 2002)

Varijabilnost boje cvjetova

U populaciji Mrkovići nismo utvrđivali razlike u bojama cvijeta kako je to urađeno kod Preston (1976), Lauber i sur. (1996), Little (1998), Rushforth (1999) i Conti i Papponi (1999). Kod ostale tri populacije imamo sljedeću situaciju: kakanjska populacija je imala 23 bijela cvjeta i sedam obojenih kao kod Burnie i sur. (1997), populacija Ilijaš imala je 14 bijelih i jedan obojeni cvijet, a populacija Dejčići 26 bijelih i četiri obojena cvijeta.

Prema boji cvjetova divlja se trešnja može podijeliti u dvije skupine na temelju ljestvice boja koja je dana u "Taschenlexicon der Farben" (Kornerup i sur. 1961): skupina s bijelim cvjetovima (šifra 10A1) i skupina sa svijetloružičastim kruničnim listićima (šifra 10A2) (Tablica 11).

U ovom istraživanju promjer cvijeta pokazuje statistički značajnu unutarpopulacijsku razliku u okviru međupopulacijske varijabilnosti, što je uvjetovano heterozigotnošću divlje trešnje i temeljem dobivenih rezultata promjera cvijeta u populaciji

Tablica 11. Pregled varijabilnosti boje prema populacijama

Populacija	Šifra boje cvijeta	
	10A1	10A2
Mrkovići	30	0
Kakanj	23	7
Ilijaš	14	1
Dejčići	26	4
Total	93	12



Slika 50. Divlja trešnja u punom cvjetanju, populacija Mrkovići (foto: Ballian 2002)

divlje trešnje u kojoj je prisutna introgresija gena kultivirane trešnje. Broj cvjetova u štitastoj gronji pokazuje statistički značajnu varijabilnost između stabala u populaciji, a također i između populacija. Razlika u nadmorskoj visini između populacija najvjerojatnije utječe na veličinu promjera cvijeta. Zbog toga se ova karakteristika može koristiti za određivanje ekološke povezanosti populacija. Za broj cvjetova u gronji u istraživanim populacijama ne može se iznijeti poseban zaključak. Veličina i oblik gronje na temelju grafičkog prikaza ukazuju na postojanje varijabilnosti među stablima, pa se na temelju ove karakteristike mogu izdvojiti četiri forme divlje trešnje. Prema boji kruničnih listića divlju trešnju možemo podijeliti u dvije skupine, prvu čine one s bijelim kruničnim listićima, a drugu sa svijetloružičastim listićima.

7.3. Neki korelacijski odnosi između svojstava pupova, cvijeta i sjemena divlje trešnje iz populacije Mrkovići

Usporedna statističko-korelacijska analiza svojstava pupoljaka, cvijeta i sjemena će pokazati stupanj povezanosti ovih svojstava. Ovim istraživanjem autori (Ballian i Čabaravdić 2007) su željeli utvrditi međuzavisnost između duljine i debljine cvjetnih pupova s jedne stra-

ne, duljine i širine cvijeta i broja cvjetova u gronji s druge strane, i duljine, širine i debljine sjemena s treće strane. Dobiveni rezultati mogu omogućiti procjenu obilnosti cvjetanja, te procjenu veličine sjemena i na temelju njega i ploda. Dobiveni rezultati također omogućavaju i bolje razumijevanje i bolji pregled fenotipske i genetske varijabilnosti lokalnih populacija, što je vrlo bitna pretpostavka i osnova za planiranje i izdvajanje sjemenskih objekata divlje trešnje i njenu rajonizaciju, kao i za radove na očuvanju genofonda divlje trešnje, te njene konzervacije *in situ* i *ex situ*.

Materijal je sabran nedaleko od Sarajeva, sjeveroistočno, na lokalitetu poznatom kao Mrkovići. Za prikazivanje klimatskih uvjeta korišteni su podaci meteorološke stanice Sarajevo (Bjelave), na 630 m/nm. Stanica se nalazi oko 1-2 km od istraživanog objekta, koji se nalazi na oko 950-1050 m/nm. Prosječna godišnja temperatura iznosi 9,7°C, srednja temperatura u razdoblju IV-IX mjesec iznosi 15,5°C. Prosječna godišnja količina padavina iznosi 946 mm, a za period od IV-IX mjesec je 450 mm. Srednja relativna vlažnost zraka je 72%, a za period IV-IX mjesec 67%. Vrijednost De Martonne-ovog indeksa suše za period od IV-IX mjeseca je 17,6. Indeks klime Im je 1 što odgovara prelazno aridnom tipu klime. Temperature, padavine i njihov raspored ukazuju na izmijenjeno kontinentalni karakter klime. Matični supstrat su vapnenac i verfen, na vapnencu se razvilo smeđe vapnenasto zemljište, a na verfenu crvenice, uz manje površine sa sirovim humusom koji se nalazi na samom matičnom supstratu. Tlo je propusno za vodu, ali postoji dosta izvora i površinskih tokova u jarugama. Vegetaciju u ovom području predstavljaju degradirane šume, s jakim antropogenim i zoogenim utjecajem, najčešće šibljaci, s dosta crnog jasena, graba, drijena, jasike i lijeska. Divlja trešnja obično dolazi kao rubna vrsta uz livade ili u međama. Ove degradirane šume se nalaze u društvenom vlasništvu, te se direktno prevode u visoke šume pošumljavanjem crnim borom.

Materijal divlje trešnje sabran je tijekom zimskog mirovanja, te proljetnog i ljetnog aspekta u populaciji Mrkovići, tri kilometra sjeveroistočno od Sarajeva, tijekom 1999. godine. Prilikom sabiranja zimskih pupova stabla su obilježena brojevima od 1 do 30 vodootpornom

bojom, da bi se olakšao rad u proljeće, kad su mjereni cvjetovi te ljeto, kad je sabrano sjeme.

Populaciju karakterizira prisustvo velikog broja hibridnih individua divlje i domaće trešnje (Ballian 2000), što daje jedan specifikum istraživanoj populaciji, ali može otežati i interpretaciju dobivenih rezultata.

Pupovi, cvjetovi i sjeme za morfološku analizu su sabrani sa 30 selekcioniranih stabala ravnomjerno raspoređenih na području istraživane populacije. Sa svakog od stabala u zimskom periodu je sa južno eksponiranog dijela krošnje, sa njene vanjske strane, za morfometrijska mjerenja sakupljeno po 30 cvjetnih pupoljaka sa kratkih fertilnih izbojaka. Grane sa kojih su sabrani uzorci su obilježene žutim prstenom. Tijekom cvjetanja divlje trešnje, krajem travnja i početkom svibnja, sa obilježenih grana su sabrani cvjetovi sa kratkih fertilnih izbojaka. Nakon obrazovanja plodova, te njihovog sazrijevanja, sa istih grana po istoj metodi je sabrano po 30 plodova iz kojih su izdvojene sjemenke za daljnju analizu. Tako je sabrano ukupno 900 pupoljaka, cvjetnih gronja i plodova (sjemena).

Svaki od 900 sabranih pupoljaka, cvjetova i sjemena je mjeren pomičnim elektronskim mjerilom, s točnošću od 100-og dijela milimetra.

Na svakom pupoljku su mjereni: Dp-duljina i Šp-širina pupa.

Na svakom cvijetu su mjereni: Šc-širina cvijeta, Bc-broj cvjetova u gronji.

Na svakom sjemenu su mjereni: Ds-duljina, Šs-širina i Des-debljina sjemena.

Također su obrađeni i određeni odnosi, Dp-duljine i Šp-širine pupoljka, Šs-širine i Des-debljine sjemena, Ds-duljine i Des-debljine sjemena, te Ds-duljine i Šs-širine sjemena.

Svi uzorci koji su izmjereni uneseni su u osobno računalo, u podprogram Excel, te su statistički analizirani uporabom statističkog paketa MANOVA.

Statističke analize podijeljene su u dvije skupine:

1. deskriptivna statistika i
2. korelacijska povezanost istraživanih svojstava.

Deskriptivna statistička analiza

Ovom analizom su dobiveni rezultati prikazani u tablici 12. Dobiveni podaci pokazuju raspone veličina koje nalazimo u veoma siromašnoj literaturi koja je dostupna, a koje karakteriziraju divlju trešnju. Tako su dobivene veličine u rasponu podataka koje navodi Ballian (2000, 2002) za sjeme i cvijet, Jovanović (1972) za cvijet, te Clemants (1996), Hieke (1989), Krüssmann (1978) i Rushforth (1999).

Za broj cvjetova u gronji, Hieke (1989) navodi 4-6, Jovanović (1972) i Kramer (1984) 2-6 cvjetova, a Rieger (2002) 2-5, dok Ballian (2002) navodi 2-6, s tim da je najviše individua koje imaju 3-5 cvjetova u gronji.

Analiza korelacija

Provedenom jednostrukom korelacijskom analizom između istraživanih svojstva dobili smo da u istraživanoj populaciji u 41 slučaju imamo statistički značajnu korelacijsku vezu na razini od 0,01 za istraživana svojstva. U 4 slučaja smo utvrdili postojanje statistički značajne korelacije između istraživanih svojstava na razini 0,05, a u 10 slučajeva za istraživana svojstva nije registrirana korelacijska povezanost izme-

Tablica 12. Deskriptivni statistički pokazatelji

Svojstvo		Broj mjerenja	Raspon	Minimum	Maksimum	Srednja veličina	Standardna devijacija
Pup	Dp-duljina pupa	900	5,18	2,81	7,99	6,033	0,650
	Šp-širina pupa	900	3,85	2,23	6,08	3,375	0,449
Cvijet	Šc-širina cvijeta	900	17,31	20,35	37,66	27,733	3,015
	Bc-broj u gronji	900	4,00	2,00	6,00	3,286	0,648
Sjeme	Ds-duljina sjemena	900	4,58	6,72	11,30	8,630	0,863
	Šs-širina sjemena	900	3,42	5,55	8,97	7,147	0,554
	Des-debljina sjemena	900	2,97	4,28	7,25	5,667	0,455
Odnosi	Dp i Šp	900	1,62	0,92	2,54	1,807	0,231
	Šs i Des	900	0,47	0,92	1,39	1,262	0,044
	Ds i Des	900	0,91	1,15	2,06	1,529	0,170
	Ds i Šs	900	0,61	0,94	1,55	1,210	0,112

đu njih (Tablica 13). Tako sva istraživana svojstva koja pokazuju statistički značajnu korelaciju mogu poslužiti u aktivnostima na procjeni obilnosti cvjetanja, te veličine i oblika sjemena, a s time i ploda.

Također je interesantno da je u 17 slučajeva za statistički značajne korelacije dobiven negativni predznak korelacije, a u ostalim slučajevima je pozitivna. To pokazuje da sa povećanjem veličine konstante opada naša varijabla.

Regresijska analiza

Regresijskom analizom smo dobili da kod duljine pupa imamo veličinu regresije 0,419, s time da je duljina pupa konstanta. U slučaju duljine pupa, regresijska veličina je 0,985 za konstantu širinu pupa. Za svojstvo širine cvijeta regresijska veličina je 0,113, s tim da je duljina pupa konstanta, što je dano u tablici 13.

Kod svojstva broja cvjetova u gronji imamo dvije mogućnosti. U prvom slučaju regresijska veličina je 0,101, s tim da su konstante širina cvijeta, duljina i širina pupa, a u drugom slučaju regresija je 0,097, za konstante širine cvijeta i pupa.

Regresijska analiza za svojstvo duljine sjemena daje tri moguće opcije. Prva je s regresijskom veličinom od 0,250 za konstante odnosa duljine i širine pupa, broja cvjetova u gronji, širine cvijeta, duljine i širine pupa. Druga opcija je s regresijskom veličinom od 0,247 za konstante broja cvjetova u gronji, širine cvijeta, duljine i širine pupa. Treća opcija je s veličinom regresije 0,244 za konstante broja cvjetova u gronji, širine cvijeta i duljine pupa. Obzirom na jako male razlike između regresijske veličine, za procjenu možemo koristiti treću opciju, jer nam je u tom slučaju potreban manji broj svojstava i mjerenja.

Kod svojstva širine sjemena također imamo tri opcije regresijskog koeficijenta. Prva opcija je s veličinom regresije 0,599 za konstantne veličine duljine sjemena, širine pupa, širine cvijeta, broja cvjetova u gronji, duljine pupa i odnosa duljine i širine pupa. U drugom slučaju regresija je 0,598 za konstantne veličine duljine sjemena, širine pupa, širine cvijeta, broja cvjetova u gronji i odnosa duljine i širine pupa. U trećem slučaju regresijska veličina je 0,597 za konstantne veličine du-

ljine sjemena, širine pupa, širine cvijeta i odnosa duljine i širine pupa. Kao i u prethodnom slučaju, obzirom na jako male razlike između veličina regresije, za procjenu možemo koristiti treću opciju, jer nam je u tom slučaju potreban manji broj svojstava i mjerenja.

Za svojstvo debljine sjemena imamo četiri opcije regresijskih veličina. U prvom slučaju imamo regresijsku veličinu od 0,921 za konstantne veličine širine sjemena, duljine sjemena, širine pupa i cvijeta. Druga opcija je s regresijskom veličinom od 0,920 za konstante širine sjemena, duljine sjemena, širine pupa. Treća opcija je s regresijskom veličinom od 0,919 za konstante širine sjemena i duljine sjemena. U

Tablica 13. Korelacijski odnosi istraživanih svojstava

Korelacija			Pup		Cvijet		Sjeme		
			Dp	Šp	Šc	Bc	Ds	Šs	Des
Pup	Dp-duljina pupa	Korelacija							
		Značajnost	-						
	Šp-širina pupa	Korelacija	0,419**						
		Značajnost	0,000	-					
Cvijet	Šc-širina cvijeta	Korelacija	0,113**	0,172**					
		Značajnost	0,001	0,000	-				
	Bc-broj u gronji	Korelacija	0,011	0,080*	0,069*				
		Značajnost	0,733**	0,017	0,038	-			
Sjeme	Ds-duljina sjemena	Korelacija	0,116**	0,006	0,076*	-0.199**			
		Značajnost	0,000	0,857	0,023	0,000	-		
	Šs-širina sjemena	Korelacija	-0,233**	0,094**	-0,007	-0,114**	0,453**		
		Značajnost	0,000	0,005	0,823	0,001	0,000	-	
	Des-debljina sjemena	Korelacija	-0,262**	0,046	0,005	-0,091**	0,254**	0,902**	
		Značajnost	0,000	0,164	0,872	0,006	0,000	0,000	-
Odnosi	Dp i Šp pupoljka	Korelacija	0,404**	-0,646**	-0,090**	-0,087**	0,085*	-0,304**	-0,286**
		Značajnost	0,000	0,00	0,007	0,009	0,010	0,000	0,000
	Šs i De sjemena	Korelacija	0,088**	0,121**	-0,017	-0,033	0,419**	0,129**	-0,310**
		Značajnost	0,008	0,000	0,620	0,325	0,000	0,000	0,000
	Ds i De sjemena	Korelacija	0,290**	-0,008	0,086**	-0,105	0,714**	-0,240	-0,492**
		Značajnost	0,000	0,799	0,010	0,002	0,000	0,000	0,000
	Ds i Šs sjemena	Korelacija	0,310**	-0,056	0,100**	-0,116	0,686**	-0,335	-0,468
		Značajnost	0,000	0,091	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000

** značajnost korelacije na razini od 0,01, * značajnost korelacije na razini 0,05

četvrtoj opciji imamo samo jednu konstantu, širinu sjemena, s regresijskom veličinom od 0,902. Tako se za procjenu ovog svojstva možemo zadovoljiti poznavanjem samo svojstva širine sjemena, jer je doprinos drugih svojstava zanemariv.

Svojstvo odnosa širine i duljine sjemena ima dvije mogućnosti rješenja regresijskog koeficijenta. Prva mogućnost je kad imamo regresijsku veličinu 0,121, s konstantom širine pupa. Druga mogućnost ima dvije opcije, te u prvoj imamo regresiju od 0,993 s konstantama debljine i širine sjemena. Druga opcija je s regresijom od 0,096 i konstantom debljine sjemena. Obzirom na velike razlike u regresijskom koeficijentu, odlučit ćemo se za prvu opciju druge mogućnosti, iako zahtijeva više mjerenja, ali je rezultat procjene u tom slučaju pouzdaniji.

Odnosi			
Dp i Šp	Šs i Des	Ds i Des	Ds i Šs
-			
-0,32			
0,340	-		
0,262**	0,610**		
0,000	0,000	-	
0,325**	0,344**	0,953**	
0,000	0,000	0,000	-

Kod odnosa širine i debljine sjemena također imamo dvije mogućnosti. Prva mogućnost nam pokazuje četiri opcije, gdje za prvu imamo regresiju od 0,347 za konstante duljine i širine pupa, broja cvjetova u gronji i širine cvijeta. Kod druge opcije regresija je 0,337 za konstante duljine i širine pupa i broja cvjetova u gronji. Treća opcija je s veličinom regresije od 0,323 za duljine i širine pupa. Četvrta je za konstantu duljine pupa i iznosi 0,290. Obzirom na jako male razlike između veličina regresije, za procjenu možemo koristiti četvrtu opciju, jer nam je u tom slučaju potreban manji broj svojstava i mjerenja. Kod druge mogućnosti imamo dvije opcije. Tako je regresijska veličina za prvu opciju 0,648 za konstantu deblji-

ne i širine sjemena, a za drugu opciju regresija je 0,242 za konstantu debljine sjemena. Obzirom na veliku razliku regresije između opcija, za bolju procjenu ćemo koristiti drugu opciju, iako treba više mjerenja.

Za odnos duljine i debljine sjemena imamo na raspolaganju dvije mogućnosti. Kod prve imamo četiri opcije, a kod druge dvije. Kod prve mogućnosti prva opcija ima veličinu regresije 0,399. Kod druge opcije regresija je 0,386 za konstante duljine i širine pupa i broja cvjetova u gronji. Treća opcija je s veličinom regresije od 0,372 za duljine i širine pupa. Četvrta je za konstantu duljine pupa i iznosi 0,310. Obzirom na jako male razlike između veličina regresije, za procjenu možemo koristiti četvrtu opciju, jer nam je u tom slučaju potreban manji broj svojstava i mjerenja. Posebna vrijednost ove mogućnosti je uporaba istih konstanti za ovu mogućnost kao kod određivanja regresije za odnos širine i debljine sjemena. Za drugu mogućnost imamo dvije opcije. Tako je regresijska veličina za prvu opciju 0,997 za konstantu duljine i širine sjemena, a za drugu opciju regresija je 0,686 za konstantu duljine sjemena. Obzirom na veliku razliku regresije između opcija, iako su obje veličine visoke, za bolju procjenu ćemo koristiti drugu opciju, iako zahtijeva više mjerenja.

Ekološka valencija vrste nasljedna je karakteristika, odnosno njezina je sposobnost prilagodbe određena nasljednom osnovom ili genomom biljke, što definiramo njenom fenotipskom plastičnošću. Jedno od specifičnih svojstava koje određuje tu plastičnost je učestalost cvjetanja, te oblik i veličina ploda. U radovima na oplemenjivanju veoma je bitno uspješno procijeniti obimnost cvjetanja. Kako do sada nismo imali valjane pokazatelje, ovim istraživanjem je načinjen jedan od prvih koraka u tom smjeru.

U dosad obavljenim radovima o morfologiji divlje trešnje samo je na jednom mjestu rješavan problem linearne korelacije kod nekih svojstava sjemena divlje trešnje (Ballian 2000, 2002), tako da ovo istraživanje predstavlja pionirsku aktivnost koja bi se mogla primijeniti i na druge vrste šumskog drveća.

Ovdje ćemo se posebno osvrnuti i na problematiku inkompatibilnosti multiplih alela kod trešnje, jer mogu predstavljati veliki problem kod rješavanja ovog problema prilikom podizanja sjemenskih plan-

taža i arhiva. Tako serija multiplih alelomorfnih gena regulira inkompatibilnost kod oplodnje, gdje aleli djeluju neovisno jedan od drugog, o čemu izvještavaju Crane i Lawrence (1956), Pandey (1967), Ascher (1966, 1976), Pejkić (1980), Mišić (1987) i Russel (2003). Broj otkrivenih alela koji reguliraju inkompatibilnost kreće se od 6 do 12 u ovisnosti od primijenjene metode istraživanja. Na ovaj način se reducira i strogo usmjerava kretanje gena s peludi koja će oploditi makrogametu, te će sjedinjene genetske strukture dati potpuno drugačije odnose na potomstvu, što može otežati procjenu.

Kada se ne mogu isključiti metodički efekti (broj jedinki u uzorku), ili izbor analiziranih svojstava, razvojni i antropogeni čimbenici kod divlje trešnje, korelacije s jakom regresijom mogu upućivati na to da različiti adaptacijski procesi u istraživanim populacijama mogu igrati istu ulogu, te stoga razvoj populacije usmjeravati u određenom pravcu.



Slika 51. Divlja trešnja kod Vinca (Selište) (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Dobiveni rezultati nam mogu osigurati bolje razumijevanje i bolji pregleda fenotipske, a time indirektno i genetske varijabilnosti lokalnih populacija. Ovo je vrlo bitna pretpostavka i osnova za planiranje i izdvajanje sjemenskih objekata divlje trešnje i njenu rajonizaciju, kao i za radove na očuvanju genofonda divlje trešnje, te za njenu konzervaciji *in situ* i *ex situ*, na temelju znanstvenih postavki.

7.4. Preliminarni rezultati istraživanja nekih morfoloških svojstava divlje trešnje u Bosni i Hercegovini

Istraživanje morfoloških svojstava ploda, sjemena, peteljki i lista provedeno je u jedanaest prirodnih bosanskohercegovačkih populacija divlje trešnje (Ballian i Bogunić 2006). Za analizu je ukupno upotrebljeno 16 svojstva, duljina ploda, širina ploda, debljina ploda, duljina sjemena, širina sjemena, debljina sjemena, duljina peteljke ploda, širina peteljke ploda, duljina peteljke ukupna duljina lista duljina plojke širina plojke kut insercije lisnog nerva broj zubaca na 2 cm duljine širina na 1 cm ispod vrha lista širina 1 cm od baze lista.

Usporednom statističkom analizom svojstava ploda, sjemena, peteljki i lista divlje trešnje, koji su sakupljeni sa kratkih fertilnih izbojaka, sa adultnih stabala koja su fruktificirala, iz šumskih zajednica u Bosni i Hercegovini, pokušao se utvrditi stupanj unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti, te stupanj ekoloških i genetskih razlika između istraživanih populacija divlje trešnje s osvrtom na razlike između skupina populacija iz različitih klimatskih zona u Bosni i Hercegovini.

Ovim istraživanjem se željela utvrditi varijabilnost svojstava: duljina, širina i debljina ploda i sjemena, te duljina i debljina peteljki, kao i ukupna duljina lista, duljina plojke, duljina peteljke, širina plojke, kut insercije nerva, broj zuba na 2cm. Varijabilnost za sva istraživana svojstva se utvrđivala deskriptivnim statističkim parametrima kao što su: aritmetička sredina, standardna devijacija, širina varijabilnosti, koeficijent varijabilnosti. Također su obavljene neparametrijske analize, te multivarijantna "cluster" analiza.

Varijabilnost divlje trešnje u Bosni i Hercegovini utvrđuje se radi dobivanja boljeg pregleda fenotipske i genetske izdiferenciranosti lo-

kalnih populacija, što je vrlo bitna pretpostavka i osnova za planiranje i izdvajanje sjemenskih objekata divlje trešnje i njenu rajonizaciju, kao i zbog radova na očuvanju genofonda divlje trešnje, te njenoj konzervaciji *in situ* i *ex situ*.

Materijal divlje trešnje sabran je iz glavnih područja rasprostiranja u Bosni i Hercegovini, odnosno iz tri glavne fitogeografske provincije. Plodovi i listovi za morfometrijsku analizu potječu iz 11 populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini.

Ranije razvijene metodologije, posebice na hrastu lužnjaku, pokazuju da nije svejedno sa kojih izbojaka se sakupljaju uzorci lista. Iz tog razloga za ovo istraživanje kod uzorkovanja listova korišteni su kratki fertilni izbojci. Uzimani su samo zdravi, normalno i potpuno razvijeni listovi, koji su sabrani u drugom periodu vegetacije, tačnije nakon prvog augusta. Listovi su sakupljani sa rubnih stabala ili stabala na osami, obično sa južno eksponiranog dijela krošnje, te sa njenog vanjskog dobro osvijetljenog dijela. Nakon sakupljanja listova, vršena je njihova naknadna selekcija, te su odstranjivani svi listovi koji nisu potpuno razvijeni, koji su oštećeni ili koji odstupaju od normalnog fenotipa lista na stablu, te bi njihovom analizom dobili drugačiju sliku za stablo i populaciju. Tako smo se koristili saznanjima dobivenim kod hrasta lužnjaka, da samo dijelovi biljke ili cijela biljka koja uživa puno svjetlo može pokazati svoj pravi fenotip u potpunosti, odnosno genotip (Franjić 1993, 1994a, 1994b, 1996). U tom slučaju uzrok svih razlika nastaje pod utjecajem genotipa i staništa.

Ukupno je analizirano 11 populacija divlje trešnje, sa 110 stabala i 1650 plodova, peteljki i sjemenki, kao i listova. Na svakom plodu su mjerena tri svojstva, na sjemenu tri svojstva, na peteljki dva svojstva, a na listu je mjereno šest svojstva. Ukupno je analizirano 23160 izmjerenih podataka.

Sakupljanje uzoraka je vezano za mnoge probleme, a prije svega za putovanje i iznalaženje dovoljnog broja stabala za analizu koja dobro reprezentiraju populaciju, odnosno da su dovoljno blizu da mogu stupiti u reproduktivne odnose. Stoga se sakupljanje moralo obaviti

u jednoj kalendarskoj godini, i obavilo se u dva navrata tijekom ljeta 2005. godine. Pored sakupljanja, bilo je potrebno kvalitetno herbarizirati sav materijal da bude podesan za kasnija mjerenja, a tokom herbarizacije bilo je potrebno napraviti naknadnu selekciju herbarskog materijala.

Prema prijašnjim istraživanjima koja su sprovedena na drugim vrstama listača, držali smo se principa da nije svejedno sa kojih stabala se sabiru uzorci, odnosno da li su to stabla u sastojini ili na osami. Lošim odabirom stabala i materijala za istraživanje mogu se dobiti slabi rezultati koji ne prezentiraju stanje na terenu, te se strogo vodilo računa o odabiru stabala za analizu. Za istraživanje su selekcionirana adultna stabla, i to najčešće na osami ili eventualno rubna stabla u šumi koja uživaju mnogo direktnog svjetla. Zbog toga su plodne grane na tim stablima prilično nisko iznad zemlje, što je omogućilo lakše sabiranje uzoraka, kao i njihovu kvalitetniju selekciju. Obzirom da se radi o divljoj trešnji koja ima relativno monopodijalan rast, te bočne grane koje su relativno u pršljenima, to bočne grane nemaju funkciju vegetacijskog vrha kao kod drugih listača, ali ipak podsjećaju na njega i u slučaju potrebe mogu preuzeti njegovu funkciju. Stoga je bilo svejedno sa kojeg dijela krošnje se uzima materijal za uzorak, ali smo se odlučili da to bude uniformno i da se uzorci sakupljaju iz sredine vanjskog dijela krošnje, sa južne strane. Za uzorak su sabirani listovi samo sa kratkih izbojaka, koji prema Trinajstiću (1989), Trinajstiću i Franjiću (1993) i Franjiću (1993, 1994a, 1996) predstavljaju recentno stanje vrste.

Ako se poznaju sve fenofaze razvoja kod listača, odnosno kod divlje trešnje, poznato je da se fertilni i sterilni izbojci razvijaju na početku vegetacijskog perioda, što nam ograničava vrijeme sabiranja uzoraka na kraju vegetacijskog perioda. Tako smo bili prinuđeni sakupljati uzorke divlje trešnje od početka srpnja do sredine kolovoza pa čak i do početka rujna, jer je već početkom devetog mjeseca primijećeno opadanje listova kod divlje trešnje. Razlog takvog sakupljanja je što su plodovi zreli početkom srpnja u ovisnosti o nadmorskoj visini, a listovi potpuno razvijeni tek početkom osmog mjeseca.

Uzorci su sakupljani trganjem kratkih izbojaka sa selekcioniranih stabala, uzimanjem plodova i odvajanjem srednjeg lista sa istih, te pohranjivanjem tih listova u PVC kesice. Po povratku s terena napravljena je dodatna selekcija, te su ostavljeni samo potpuno razvijeni i neoštećeni plodovi, peteljke i listovi. Listovi su presovani i sušeni u novinskom papiru, te spremljeni u herbar. S plodovima i sjemenom je bilo drugačije jer se plodovi moraju mjeriti isti dan, te odmah odvajati sjeme, koje je mjereno nakon par dana prosušivanja, kao i peteljke.

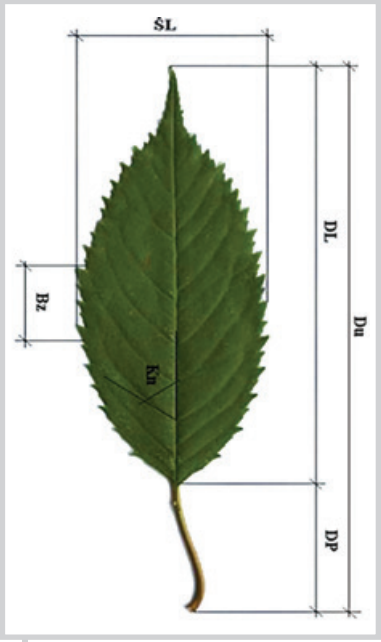
Svaki od plodova, peteljki ili herbariziranih listova je mjeren pomičnim elektronskim mjerilom i točnošću od 0,01 mm.

Na svakom plodu su mjereni: Dp-duljina ploda, Šp-širina ploda i Dep-debljina ploda.

Na svakom sjemenu su mjereni: Ds-duljina sjemena, Šs-širina sjemena i Des-debljina sjemena.

Na svakoj peteljci su mjereni: Dpe-duljina peteljke, Špe-širina peteljke.

Na svakom listu su mjerene Du-ukupna duljina lista, DL-duljina plojke lista, DP-duljina peteljke, ŠL-širina plojke lista, Kn-kut insercije nerva, Bz-broj zuba/2cm, širina 1 cm ispod vrha lista i širina 1 cm iznad baze lista, kako je prikazano na slici 52.



Slika 52. Mjerenja na listu (Ballian i Bogunić 2006)

Svi uzorci koji su izmjereni uneseni su u osobno računalo, u podprogram Excel, te su statističko-grafički analizirani poredbeno statističkim paketima statistika, ANOVA, BIOSIS.

Sve statističke metode podijeljene su u tri skupine:

1. deskriptivna statistika,
2. testiranje hipoteza (neparametarski i parametarski uzorci),
3. multivarijantna "cluster" analiza.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine ploda za populacije se kretala od 11,07 mm kod populacije Kupres do 12,99 mm kod populacije Turbe. Najveće variranje pokazuje populacija Turbe, a najmanje populacija Sokolac, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo duljine ploda dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,91 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 28,13.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine ploda za populacije se kretala od 11,17 mm kod populacije Kupres do 13,29 mm kod populacije Turbe. Najveće variranje pokazuje populacija Turbe, a najmanje populacija Kupres, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine ploda dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 2,82 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 35,45.

Dobivena srednja veličina za svojstvo debljine ploda za populacije se kretala od 10,26 mm kod populacije Kupres do 11,89 mm kod populacije Ustikolina. Najveće variranje pokazuje populacija Ključ, a najmanje populacija Cazin, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo debljine ploda dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,08 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 27,65.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine sjemena za populacije se kretala od 7,68 mm kod populacije Kakanj do 8,76 mm kod populacije Bosansko Grahovo. Najveće variranje pokazuje populacija Cazin, a najmanje populacija Sokolac, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo duljine sjemena dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,07 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 44,46.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine sjemena za populacije se kretala od 6,63 mm kod populacije Konjic do 7,38 mm kod populacije Turbe. Najveće variranje pokazuje populacija Ustikolina, a najmanje populacija Kupres, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine sjemena dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku va-

rijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 2,95 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 39,00.

Dobivena srednja veličina za svojstvo debljine sjemena za populacije se kretala od 5,15 mm kod populacije Konjic do 5,79 mm kod populacije Turbe. Najveće variranje pokazuje populacija Ustikolina, a najmanje populacija Kupres, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo debljine sjemena dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 2,74 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacije s veličinom od 39,93.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine peteljke za populacije se kretala od 31,90 mm kod populacije Sokolac do 42,18 mm kod populacije Sanski Most. Najveće variranje pokazuje populacija Ustikolina, a najmanje populacija Bosansko Grahovo, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo duljine peteljke dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 4,16 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija sa veličinom od 19,11.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine peteljke za populacije se kretala od 0,56 mm kod populacije Kakanj do 0,63 mm kod populacija Turbe i Trnovo. Najveće variranje pokazuje populacija Trnovo, a najmanje populacija Kupres, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine peteljke dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,59 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 7,26.

Dobivena srednja veličina za svojstvo ukupne duljine lista, za populacije se kretala od 28,04 mm kod populacije Cazin do 30,88 mm kod populacije Sanski Most. Najveće variranje pokazuje populacija Turbe, a najmanje populacija Ustikolina, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo ukupne duljine lista nismo dobili statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 1,11 pri vjerojatnosti od 99%, a i za interakciju stablo-populacija smo dobili značajnu statističku razliku sa veličinom od 18,02.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine plojke za populacije se kretala od 75,26 mm kod populacije Turbe do 85,18 mm kod popu-

Tablica 14. Osnovni podaci deskriptivne i analize varijanse

Populacija		Svojstvo							
		Duljina ploda		Širina ploda		Debljina ploda		Duljina sjemena	
		x_s	s	x_s	s	x_s	s	x_s	s
Kupres		11,07	0,81	11,17	0,88	10,26	0,73	7,98	0,57
B. Grahovo		12,09	0,93	11,93	1,26	10,81	0,97	8,76	0,7
S. Most		11,89	1,19	12,81	1,57	11,29	1,22	7,96	0,59
Turbe		12,99	1,61	13,29	1,66	11,84	1,31	8,7	0,89
Ključ		12,11	1,36	12,64	1,15	11,18	1,27	8,15	0,5
Trnovo		11,72	1,02	12,52	0,97	11,35	0,86	8,18	0,48
Sokolac		11,8	0,76	12,43	1,19	11,15	1,03	7,94	0,45
Konjic		12,16	0,84	12,44	1,02	11,14	0,94	8,05	0,63
Cazin		11,25	0,65	12,26	0,94	10,71	0,55	7,93	0,9
Kakanj		11,31	1,14	12,15	1,08	10,91	0,86	7,68	0,63
Ustikolina		12,47	0,86	12,92	1,31	11,89	1,2	8	0,5
An. varijanse		Df		Df		Df		Df	
Populacija	F	10	3,91	10	2,82	10	3,08	10	3,07
	P<		0,01		0,01		0,01		0,01
Stablo/Pop.	F	93	28,13	93	35,45	93	27,65	93	44,46
	P<		0,01		0,01		0,01		0,01

Populacija		Svojstvo							
		Duljina peteljke		Ukupna duljina lista		Duljina plojke		Širina plojke	
		x_s	s	x_s	s	x_s	s	x_s	s
Kupres		29,54	5,17	80,46	9,03	47,72	5,76	40,12	4,59
B. Grahovo		30	4,15	83,75	7,3	46,81	5,43	39,03	5,05
S. Most		30,88	5,94	83,8	11,37	45,62	7,47	45,34	6,84
Turbe		29,24	5,88	75,26	8,37	39,62	5,94	41,24	5,5
Ključ		28,18	4,54	77,64	11,05	42,04	7,53	37,92	4,59
Trnovo		28,4	4,6	81,6	10,48	45,77	6,47	42,96	4,95
Sokolac		29,36	4,56	76,56	8,56	41,84	5,9	43,07	5,12
Konjic		30,29	3,56	81,24	7,08	46,4	5,04	40,29	5,45
Cazin		28,04	4,07	85,18	7,43	46,62	5,8	41,61	3,98
Kakanj		30,54	5,14	83,17	6,96	46,25	6,42	50,31	3,83
Ustikolina		27,03	3,4	77,57	8,38	42,79	6,38	40,73	5,15
An. varijanse		Df		Df		Df		Df	
Populacija	F	10	1,11	10	2,75	10	3,79	10	8,05
	P<		0,36		0,01		0,01		0,01
Stablo/Pop.	F	93	18,02	93	14,28	93	11,65	93	18,78
	P<		0,01		0,01		0,01		0,01

Širina sjemena		Debljina sjemena		Duljina peteljke ploda		Širina peteljke ploda	
x_s	s	x_s	s	x_s	s	x_s	s
6,97	0,3	5,46	0,25	36,34	4,55	0,57	0,07
7,11	0,38	5,59	0,37	40,83	8,01	0,61	0,06
6,76	0,48	5,44	0,4	42,18	6,92	0,58	0,06
7,38	0,56	5,79	0,43	34,37	6,33	0,63	0,07
7,1	0,69	5,51	0,52	32,59	5,53	0,6	0,06
7,31	0,39	5,72	0,41	38,72	5,72	0,63	0,08
6,99	0,43	5,55	0,37	31,9	4,79	0,61	0,07
6,63	0,54	5,15	0,37	34,02	5,62	0,61	0,06
7,06	0,53	5,58	0,37	36,21	6,33	0,6	0,06
6,68	0,42	5,17	0,35	33,99	5,45	0,56	0,06
7,09	0,74	5,54	0,63	34,5	5,99	0,59	0,06
Df		Df		Df		Df	
10	2,95	10	2,74	10	4,16	10	3,59
	0,01		0,01		0,01		0,01
93	39	93	39,93	93	19,11	93	7,26
	0,01		0,01		0,01		0,01

Kut insercije lisnog nerva		Broj zubaca na 2 cm duljine		Širina na 1 cm ispod vrha lista		Širina 1 cm od baze lista	
x_s	s	x_s	s	x_s	s	x_s	s
42,52	6,5	9,76	1,3	15,02	4,67	17,67	3,06
45,27	6,83	9,59	1,27	12,81	4,36	19,94	4,44
48,69	6,84	10,34	1,35	15,82	4,32	24,08	4,78
48,55	6,85	11,04	1,85	16,55	4,44	22,12	3,63
45,18	6,47	11,29	1,88	12,42	4,5	20,78	4,18
45,88	7,17	9,87	1,8	15,67	5,75	21,54	3,8
46,95	5,78	10,11	1,56	17,2	4,53	23,47	4,82
43,05	7,05	10,13	1,43	10,94	4,95	20,15	3,99
44,98	6,15	9,65	1,24	11,72	3,81	22,18	4,16
45,1	6,83	11,44	1,51	14,74	3,78	25,29	4,59
46,63	6,19	9,82	1,74	15,31	5,71	21,45	5,21
Df		Df		Df		Df	
10	2,33	10	3,81	10	3,61	10	5,25
	0,02		0,01		0,01		0,01
93	7,93	93	12,82	93	15,89	93	11,92
	0,01		0,01		0,01		0,01

lacije Cazin. Najveće variranje pokazuje populacija Ključ, a najmanje populacija Bosansko Grahovo, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo duljine plojke dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 2,75 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 14,28.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine peteljke za populacije se kretala od 39,62 mm kod populacije Turbe do 47,70 mm kod populacije Kupres. Najveće variranje pokazuje populacija Ključ, a najmanje populacija Konjic, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo duljine peteljke dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,79 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 11,65.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine plojke za populacije se kretala od 37,92 mm kod populacije Ključ do 50,31 mm kod populacije Kakanj. Najveće variranje pokazuje populacija Sanski Most, a najmanje populacija Kakanj, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine plojke dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 8,05 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacije s veličinom od 18,78.

Dobivena srednja veličina za svojstvo kuta insercije lisnog nerva za populacije se kretala od 42,52^0 kod populacije Kupres do 48,69^0 kod populacije Sanski Most. Najveće variranje pokazuje populacija Konjic, a najmanje populacija Sokolac, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo kuta insercije lisnog nerva dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 2,33 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 7,93.

Dobivena srednja veličina za svojstvo broja zubaca na dva cm duljine lisnog oboda za populacije se kretala od 9,59 kod populacije Bosansko Grahovo do 11,44 kod populacije Kakanj. Najveće variranje pokazuje populacija Trnovo, a najmanje populacija Cazin, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo broja zubaca na dva cm duljine lisnog oboda dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varija-

bilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,81 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 12,82.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine jedan cm ispod vrha lista za populacije se kretala od 10,94 mm kod populacije Konjic do 17,20 mm kod populacije Sokolac. Najveće variranje pokazuje populacija Konjic, a najmanje populacija Kakanj, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine jedan cm ispod vrha lista dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 3,61 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 15,89.

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine na jedan cm od baze lista za populacije se kretala od 17,67 mm kod populacije Kupres do 25,29 mm kod populacije Kakanj. Najveće variranje pokazuje populacija Ustikolina, a najmanje populacija Turbe, kako je prikazano u tablici 14. Za svojstvo širine na jedan cm od baze lista dobili smo statistički značajnu međupopulacijsku varijabilnost. Dobivena F veličina iznosi 5,25 pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija s veličinom od 11,92.

Ukupna varijabilnost i interakcija stablo-populacija za sve istraživane populacije

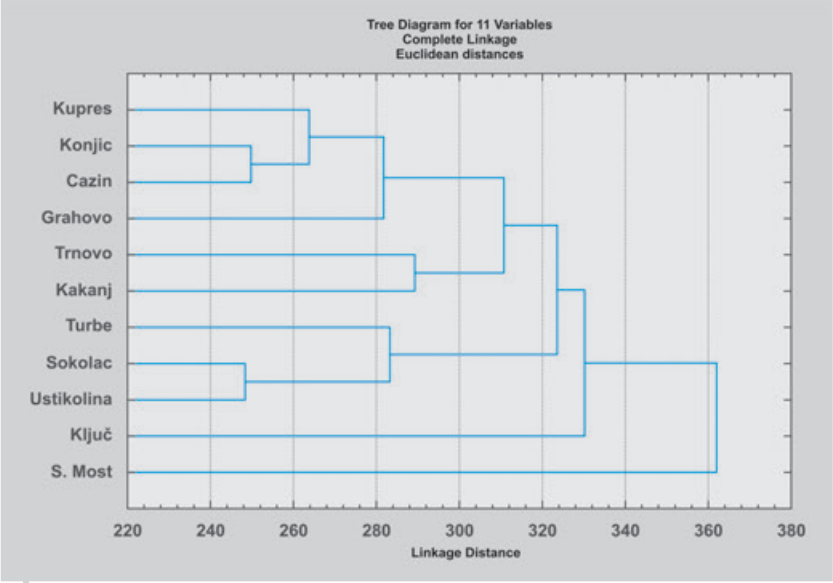
Tablica 15. Ukupna varijabilnost i interakcija stablo-populacija za sve istraživane populacije

MANOVA		Df	
Populacija	F	160	23,44
	P(<)		0,01
Stablo/Populacija	F	160	6,46
	P(<)		0,01

Na temelju dobivenih rezultata za sva svojstva, u svim istraživanim populacijama prisutna je statistički značajna razlika, s veličinom od 23,44, za 99% vjerojatnosti. Također je i za interakciju stablo-populacija registrirana statistički značajna razlika.

Klaster analiza na temelju Euklidovih odstojanja

Ukupna povezanost istraživanih svojstava

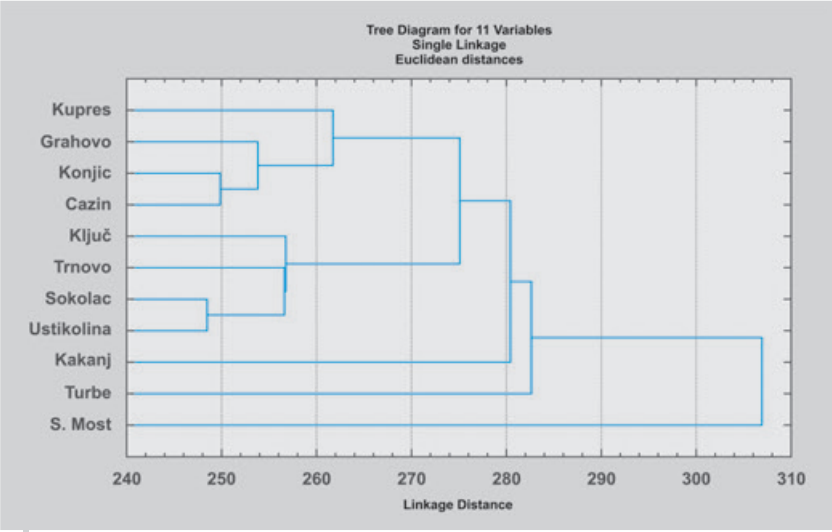


Slika 53. Dendrogram na temelju ukupne povezanosti istraživanih svojstava (Ballian i Bogunić 2006)

Na temelju ukupne povezanosti istraživanih svojstva dobili smo četiri klastera. Primjetno je da je populacija Sanski Most izdvojena (Slika 53), što upućuje na njeno nepripadanje populacijama Bosne i Hercegovine, nego da je riječ o materijalu introduciranom na naše područje. Ovo se moglo naslutiti i iz prethodnih rezultata deskriptivne analize.

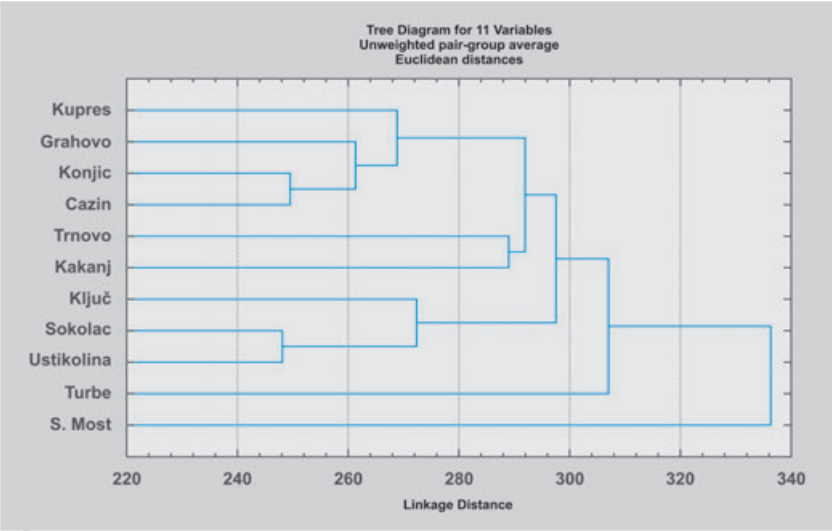
Pojedinačna povezanost istraživanih svojstava

Klaster analiza na temelju pojedinih odstupanja ponovo potvrđuje raniju pretpostavku za populaciju Sanski Most, te imamo u ovom slučaju pet klastera. Pored Sanskog Mosta i populacije Kakanj i Turbe (Slika 54) u ovom klasteru pokazuju možda jedan manji stupanj introgresije neautohtonog materijala u tim populacijama.



Slika 54. Dendrogram na temelju pojedinačne povezanosti istraživanih svojstava (Ballian i Bogunić 2006)

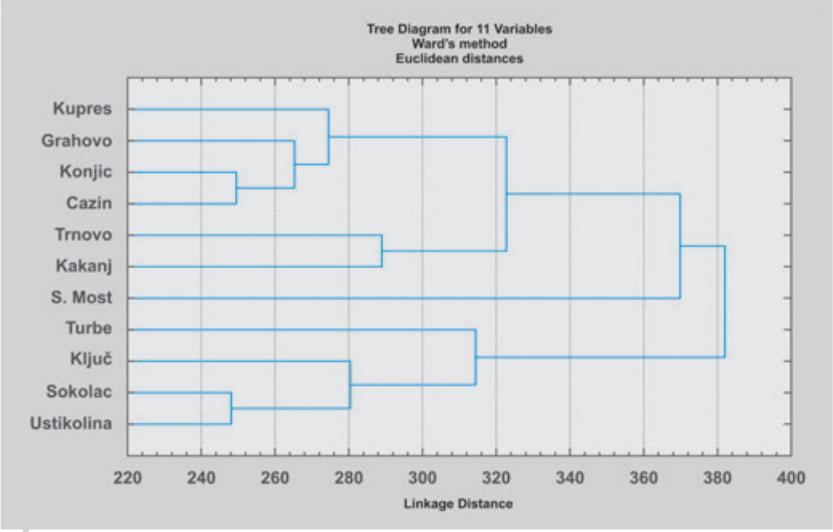
Povezanost sredina istraživanih skupina za analizirana svojstva



Slika 55. Dendrogram na temelju pojedinih grupiranih parova istraživanih svojstava (Ballian i Bogunić 2006)

U ovom slučaju imamo samo odstupanja populacija Turbe i Sanski Most (Slika 55). Dendrogram na temelju pojedinačne povezanosti istraživanih svojstava potvrđuje ranije navode, a dobiveno je ukupno pet klastera.

Wardova metoda



Slika 56. Dendrogram na temelju Wardove metode (Ballian i Bogunić 2006)

Wardovom metodom smo dobili četiri klastera, te je ponovo vidljivo da populacija Sanski Most znatno odstupa od svih drugih populacija.

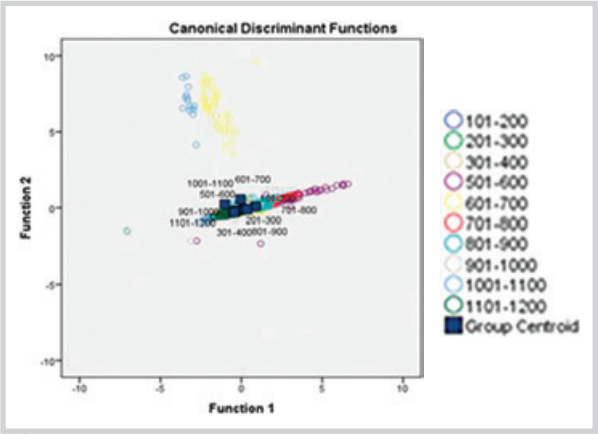
Klasteri su nam potvrdili da populacije divlje trešnje pokazuju vrlo interesantna grupiranja, koja se ne mogu objasniti klimatskim, genetičkim ili nekim drugim čimbenicima. Na temelju ovoga se može zaključiti da su čovjek i određene vrste ptica, kao i drugih životinja odigrali vrlo bitnu ulogu u formiranju populacija, odnosno u korisnom i štetnom djelovanju na njih.

Da bi se ova istraživanja mogla primijeniti u praksi trebalo bi u ovo istraživanje uključiti još devet do deset populacija.

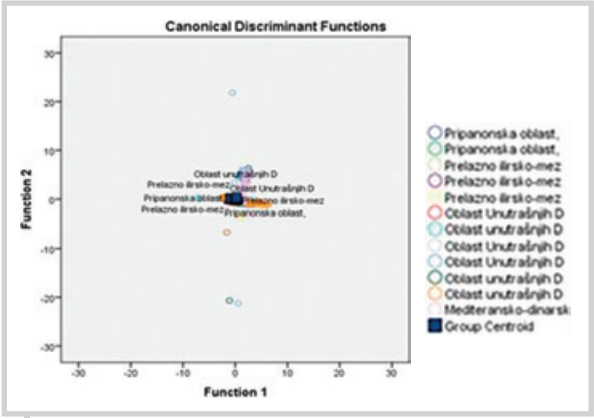
Analizom 16 morfoloških svojstava utvrdili smo postojanje statistički značajnih razlika između istraživanih populacija, a utvrđena varijabilnost divlje trešnje je diskontinuirana na ovom dijelu rasprostiranja. Rezultati se mogu uporabiti za diferenciranje populacija divlje trešnje. Divlja trešnja sa većih nadmorskih visina pokazuje specifičnost malih dimenzija i kasnog sazrijevanja, što se može izravno povezati sa okolišnim čimbenicima, odnosno trajanjem vegetacijskog perioda. Populacija Sanski Most svojom morfološkom strukturom ukazuje da je alohtona te, do detaljnih analiza koje bi trebale da se provedu na tom području, reprodukcijski materijal ne bi smio da se koristi ni u kakvom obliku, a posebnim mjerama gospodarenja bi se trebalo spriječiti daljnje širenje neželjenog genepoola, kao i nizvodno rijekom Sanom. Do provođenja molekularno-genetskog istraživanja divlje trešnje, ovo istraživanje bi moglo poslužiti za određivanje uporabe sjemena i reprodukcijskog materijala, kao i u identificiranju reprodukcijskog materijala. Radi održavanja genskog resursa trebalo bi uspostaviti što gušću mrežu banki gena *in situ* i *ex situ* (sjemenske sastojine, sjemenske zone i sjemenske plantaže), nužnih za održanje genetske raznolikosti populacija. To znači da bi svaka ekološka niša važna za divlju trešnju trebala imati svoju banku gena, s odgovarajućim brojem jedinki, kako bi se očuvala ekološko-fiziološka osobnost populacija. U gospodarenju prirodnim resursima i njihovoj obnovi, prednost uvijek treba dati prirodnoj obnovi, uz stalno praćenje genetske strukture, kako bi se mogle pravodobno poduzeti mjere za održanje genetske raznolikosti koja karakterizira svaku populaciju.

7.5. Morfološka varijabilnost ploda i sjemena divlje trešnje u dijelu njenog prirodnog rasprostranjenja u Bosni i Hercegovini

Biljni materijal je prikupljen iz 12 prirodnih populacija u Bosni i Hercegovini (Ballian i Mujagić 2013). Plod i sjeme skupljani su s rubnih ili pojedinačnih stabala, obično s južno okrenutih, vanjskih, suncu izloženih dijelova krošnje stabla. Mjerene su sljedeće karakteristike: duljina ploda, širina ploda, debljina ploda, duljina sjemena, širina sjemena i debljina sjemena (Slika 52). Sve statističke analize podataka napravljene su pomoću paketa SPSS 15.0 za Windows.



Slika 57. Diskriminantna analiza po skupinama prema razredima nadmorske visine (Ballian i Mujagić 2013)



Slika 58. Diskriminantna analiza po skupinama prema ekološkim i vegetacijskim zonama (Ballian i Mujagić 2013)

Dobiveni rezultati pokazuju visoku razinu unutarpopulacijske, kao i međupopulacijske morfološke varijabilnosti u istraživanim prirodnim populacijama divlje trešnje. Analize diferencijacije populacija nisu potvrdile naša očekivanja. Diskriminantnom analizom po skupinama formiranim prema razredima nadmorske visine (Slika 57) i ekološko-vegetacijskom zoniranju (Slika 58) utvrđeno je da nema odvajanja unutar proučavanih populacija, što implicira mogućnost korištenja sjemenskog i sadnog materijala različitih nadmorskih visina te ekološke i vegetacijske zone unutar istraživanog područja. Diferencijacija u prirodnim populacijama divlje trešnje bila je vrlo niska i identificirana samo u karakteristikama dimenzija ploda.

7.6. Diferenciranost populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini

U ovom dijelu ćemo prikazati rezultate istraživanja divlje trešnje uz primjenu komparativno-statističke analize svojstava listova divlje trešnje, te određenje stupnja ekoloških i genetskih razlika između istraživanih populacija divlje trešnje (Ballian i sur. 2012). Ovim se želi odrediti varijabilnost nekih morfoloških svojstava, analizom deskriptivnih statističkih parametara, analizom varijanse, kanoničkom i regresijskom analizom. Efikasnost mjera konzerviranja ovisi o stupnju poznavanja diverziteta divlje trešnje, a od toga ovisi i aktivnost na njenom konzerviranju metodama *ex situ* i *in situ*.

Materijal divlje trešnje sabran je iz prirodnih populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini, odnosno iz tri glavne klimatske - fitogeografske provincije. Materijal za morfometrijsku analizu potječe iz 22 prirodne populacije.

Materijal za analizu je sabran prema ranije priznatoj metodologiji, koja je primijenjena na hrastu lužnjaku, jer listovi samo s kratkih izbojaka prema Trinajstiću (1989), Trinajstiću i Franjiću (1993) i Franjiću (1993, 1994a, 1994b, 1996), predstavljaju recentno stanje vrste i pogodni su za precizna morfološka istraživanja, a to je primijenjeno i za plodove. Tako je materijal sabiran samo s kratkih fertilnih izbojaka. Uzimani su samo zdravi, normalni i potpuno razvijeni plodovi s peteljkama i listovi. Sabiranje je obavljeno u drugom periodu vegetacije, odnosno od druge polovice srpnja kad su plodovi zreli, te u kolovozu kad su listovi potpuno razvijeni. Listovi su sakupljani s rubnih stabala ili stabala na osami, obično s južno eksponiranog dijela krošnje, te s njenog vanjskog dobro osvijetljenog dijela, u skladu sa saznanjem da samo ona stabla koja se nalaze na osami ili rubu šume, mogu predstaviti svoj genotip u potpunosti kako je definiran. Nakon sakupljanja vršena je naknadna selekcija, te su odstranjivani svi plodovi i listovi koji nisu bili potpuno razvijeni, koji su bili oštećeni ili koji na stablu odstupaju od normalnog fenotipskog izgleda ploda i lista.

Pored sakupljanja bilo je potrebno kvalitetno herbarizirati sav lisni materijal kako bi bio podesan za kasnije mjerenje, te je tijekom herbariziranja obavljena još jedna naknadna selekcija lisnog materijala.

Svaki prethodno obrađeni plod, sjemenka, peteljka i list su označen od 1 do n, a kod svakog normalno razvijenog i neoštećenog ploda mjereni su duljina (DP), širina (ŠP) i debljina ploda (DeP); kod sjemena duljina (DS), širina sjemena (ŠS) i debljina sjemena (DeS); kod peteljke duljina (DPS) i širina peteljke (ŠPS); te kod lista duljina peteljke lista (DPL), duljina plojke lista (DPLO), odstojanje do najšireg dijela plojke (ONDP), širina plojke lista (ŠL), ugao insercije lisnih nerava (KN), broj zubaca na duljini od 2 cm (BZ), širina na 1 cm od vrha plojke (ŠJV) i širina na 1 cm od baze lista (ŠJB). Sva izmjerena svojstva mjerena su preciznošću od 0,1 mm.

Ukupno je analizirano 2926 plodova, sjemenki i peteljki, te 3069-3087 svojstava listova; sa ukupno 204 stabla. Na svakom plodu su mjerena tri svojstva, sjemenu tri svojstva, peteljki dva svojstva, te je na listu mjereno šest svojstava. Ukupno je analizirano 55720 izmjerenih podataka.

Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine ploda bila je 11,67 mm, od 9,61 mm kod populacije Kongora, do 13,23 kod populacije Drvar (Tablice 16 i 17). Najveće variranje je u populaciji Drvar, a najmanje u populaciji Posušje (Tablica 16). Srednja veličina za svojstvo širine ploda iznosila je 12,13 mm, kod populacije Kongora 9,50 mm do 13,70 mm kod populacije Sarajevo. Najveće variranje pokazuje populacija

Tablica 16. Deskriptivna statistika plodova, sjemena i lista – zbirno

	PLOD			SJEMENKA			PETELJKA	
	DP (mm)	SP (mm)	DeP (mm)	DS (mm)	ŠS (mm)	DeS (mm)	DPS (mm)	ŠPS (mm)
N	2926	2926	2926	2926	2926	2926	2925	2925
Minimum	7,83	8,18	7,48	6,05	5,01	2,32	20,24	0,38
Maksimum	21,12	21,88	18,62	11,16	9,13	7,43	68,57	0,88
Prosjek	11,76	12,13	11,05	8,11	7,03	5,48	37,28	0,6
Std.dev.	1,47	1,7	1,43	0,72	0,55	0,51	6,72	0,07
KV	12,53	13,99	12,89	8,94	7,88	9,35	18,01	11,79

Drvar, a najmanje Posušje. Kod svojstva debljine ploda srednja veličina je iznosila 11,50 mm, od 9,01 mm kod populacije Kongora do 12,63 kod populacije Sarajevo, dok je najveće variranje pokazala populacija Drvar, a najmanje populacija Kongora (Tablice 16 i 17). Dobivena srednja veličina za svojstvo duljine sjemena iznosila je 8,11 mm, od 7,31 mm kod populacije Kongora do 8,76 mm kod populacije Bosansko Grahovo. Najveće variranje pokazuje populacija Cazin, a najmanje populacija Kongora. Srednja veličina za svojstvo širine sjemena iznosila je 7,03 mm, od 6,61 kod populacije Kongora do 7,37 mm kod populacije Olovo. Najveće variranje je kod populacije Ustikolina, a najmanje kod Kupresa (Tablice 16 i 17).

Srednja veličina za svojstvo debljine sjemena je 5,48 mm, od 4,86 mm kod populacije Konjic do 5,79 mm kod populacije Turbe, dok je najveće variranje u populaciji Ustikolina, a najmanje kod Kupresa.

Srednja veličina za svojstvo duljine peteljke iznosi 37,28 mm, odnosno od 32,10 mm kod populacije Sokolac do 43,39 mm kod populacije Olovo. Najveće variranje pokazuje populacija Bosansko Grahovo, a najmanje Drvar. Dobivena srednja veličina za svojstvo širine peteljke je 0,60 mm, a za populacije se kretala od 0,56 mm kod populacije Kakanj do 0,63 mm kod populacija Turbe i Trnovo, dok najveće variranje pokazuje populacija Majevica, a najmanje Kongora (Tablica 17).

LIST							
DPL (mm)	DPLO (mm)	ONDP (mm)	ŠL (mm)	KN	BZ	ŠJV (mm)	ŠJB (mm)
3057	3087	3087	3087	3087	3087	3079	3069
10,82	49,53	24,22	15,4	26	6	1,58	9,36
48,54	112,9	66,62	65,51	78	16	32,69	41,57
29,51	80,03	44,45	42,94	45,2	10,16	14,79	22,24
4,96	9,16	6,67	5,84	6,44	1,57	5,06	4,66
16,8	11,44	15,01	13,61	14,25	15,46	34,21	20,95

Tablica 17. Deskriptivna statistika svojstava plodova, sjemena i peteljki po lokacijama

Lokacija	PLOD						SJEMENKA			
	DP		ŠP		DeP		DS		ŠS	
	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)
Žepče	11,86	8,16	12,43	10,98	11,55	10,18	8,15	6,72	7,19	8,25
Olovo	12,70	8,97	12,91	11,21	11,94	10,24	8,70	7,53	7,37	6,61
Majevica	10,33	9,12	10,66	13,28	9,86	12,81	7,89	6,17	6,73	8,43
Posušje	11,04	5,49	10,43	5,42	9,81	6,58	8,33	7,36	6,88	4,99
Sarajevo	12,94	14,26	13,70	13,86	12,63	13,65	8,03	8,03	7,12	5,90
Rogatica	11,54	9,50	12,35	10,34	11,34	10,12	7,89	7,47	7,29	6,73
Livno	12,09	7,34	11,25	6,76	10,54	7,40	8,64	6,69	7,12	5,03
Kalinovik	10,38	8,22	10,45	10,14	9,63	10,00	7,89	8,04	6,93	9,83
Višegrad	10,41	7,07	10,83	8,69	9,98	8,02	7,66	7,02	6,73	6,30
Drvar	13,23	19,21	13,45	20,00	12,27	17,71	8,63	9,39	7,37	5,98
Kongora	9,61	6,32	9,50	6,96	9,01	6,51	7,31	5,35	6,61	5,54
S.Most	11,88	10,09	12,83	12,33	11,29	10,81	7,97	7,52	6,75	7,12
Kupres	11,07	7,33	11,17	7,91	10,26	7,13	7,98	7,14	6,97	4,29
B.Grahovo	12,09	7,70	11,93	10,55	10,81	8,96	8,76	7,94	7,11	5,35
Turbe	12,99	12,37	13,29	12,52	11,84	11,06	8,70	10,20	7,38	7,61
Ključ	12,20	6,73	12,63	9,10	11,27	7,07	8,14	6,13	7,09	9,79
Trnovo	11,78	5,08	12,52	7,74	11,35	7,62	8,18	5,89	7,31	5,27
Sokolac	11,80	6,47	12,50	6,70	11,21	6,15	7,94	5,68	6,99	6,22
Konjic	12,16	6,93	12,44	8,17	11,14	8,41	8,05	7,83	6,63	8,08
Cazin	11,25	5,77	12,26	7,66	10,71	5,12	7,93	11,39	7,06	7,56
Kakanj	11,31	10,04	12,15	8,93	10,91	7,85	7,68	8,17	6,68	6,22
Ustikolina	12,47	6,88	12,89	9,99	11,87	9,94	8,00	6,22	7,09	10,38
Prosjek	11,76	12,53	12,13	13,99	11,05	12,89	8,11	8,94	7,03	7,88

		PETELJKA PLODA			
DeS		DPP		ŠPP	
Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)
5,55	13,20	39,22	17,58	0,59	11,86
5,67	8,19	43,39	13,86	0,62	11,86
5,38	9,54	33,52	18,15	0,62	13,53
5,44	4,44	38,92	16,27	0,57	12,47
5,50	6,96	39,77	13,93	0,60	12,75
5,57	7,09	37,49	18,15	0,61	12,44
5,43	6,14	42,61	12,86	0,60	9,87
5,33	13,29	36,56	15,42	0,60	12,12
5,26	5,89	36,02	14,84	0,57	13,51
5,88	6,93	34,37	11,87	0,61	10,69
5,27	4,98	41,10	13,63	0,57	9,47
5,44	7,37	42,25	16,46	0,58	10,34
5,46	4,65	36,34	12,51	0,57	11,79
5,59	6,67	40,83	19,60	0,61	10,46
5,79	7,47	34,37	18,42	0,63	10,33
5,46	6,99	32,53	17,00	0,60	10,68
5,72	7,17	38,72	14,78	0,63	12,42
5,55	6,72	32,10	13,03	0,61	10,79
4,86	14,95	33,04	13,22	0,61	9,69
5,58	6,61	36,21	17,47	0,60	10,58
5,17	6,81	33,99	16,05	0,56	11,28
5,54	11,34	34,50	17,36	0,59	10,68
5,48	9,35	37,28	18,01	0,60	11,79

Za duljinu peteljke lista srednja veličina se kretala od 28,04 mm kod populacije Cazin do 30,88 mm kod populacije Sanski Most, dok najveće variranje nalazimo u populaciji Turbe, a najmanje kod populacije Ustikolina. Dobivena srednja veličina za svojstvo ukupne duljine lista za populacije se kretala od 75,26 mm u populaciji Turbe do 85,18 mm kod populacije Cazin; najveće variranje pokazuje populacija Ključ, a najmanje Bosansko Grahovo. Srednja veličina za svojstvo duljine plojke za populacije se kretala od 39,62 mm kod populacije Turbe do 47,70 mm kod populacije Kupres; najveći stupanj variranja pokazuje populacija Ključ, a najmanje Konjic (Tablica 17).

Dobivena srednja veličina za svojstvo širine plojke se kretala od 37,92 mm kod populacije Ključ do 50,31 mm kod Kakanj. Najveće variranje pokazuje populacija Sanski Most, a najmanje Kakanj. Za kut insercije lisnog nerva srednja veličina se kretala od 42,52⁰ kod populacije Kupres do 48,69⁰ kod Sanskog Mosta. Najveće variranje imamo u populaciji Konjic, a

Tablica 18. Deskriptivna statistika svojstava lista po lokacijama

Lokacija	PLOD						SJEMENKA			
	DPLO		DPL		ONDP		SL		KN	
	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)
Žepče	82,77	10,76	29,86	18,53	44,89	14,90	47,03	13,55	42,37	14,26
Olovo	82,05	8,57	33,15	12,50	46,14	11,81	47,10	8,98	46,71	15,89
Majevica	77,81	6,63	25,72	12,91	42,98	8,60	41,63	8,07	43,89	9,79
Posušje	84,71	11,07	29,93	17,06	46,60	12,39	44,39	9,51	45,23	11,34
Sarajevo	85,65	9,52	33,82	16,28	49,18	13,05	44,13	8,33	44,20	10,67
Rogatica	76,91	8,66	27,65	13,14	41,50	13,45	44,99	7,03	47,70	13,18
Livno	79,08	8,68	32,66	12,47	45,24	12,62	45,56	7,80	44,21	11,57
Kalinovik	73,99	18,61	24,18	19,12	40,11	21,77	37,81	13,45	44,70	10,95
Višegrad	80,87	8,03	30,83	15,41	46,78	11,97	42,86	10,64	44,39	12,36
Drvar	78,56	10,02	29,71	13,22	44,05	13,32	39,17	9,99	43,27	12,54
Kongora	72,69	8,22	28,45	10,31	39,97	11,91	46,84	11,19	43,88	14,83
S.Most	84,05	13,27	30,90	19,19	45,75	16,45	45,74	13,00	48,68	14,02
Kupres	80,76	9,86	29,54	17,49	47,50	11,94	40,12	11,44	42,52	15,29
B.Grahovo	83,95	8,59	30,00	13,82	46,81	11,60	39,03	12,93	45,27	15,08
Turbe	75,26	11,12	29,42	18,51	39,62	14,98	41,24	13,35	48,55	14,10
Ključ	77,58	14,22	28,15	16,15	42,01	17,89	37,90	12,08	45,23	14,31
Trnovo	81,73	12,71	28,40	16,20	45,77	14,13	42,96	11,52	46,09	14,18
Sokolac	76,76	10,54	29,36	15,52	41,84	14,09	43,07	11,88	46,95	12,31
Konjic	81,24	8,72	29,83	11,85	46,40	10,87	40,29	13,54	43,05	16,38
Cazin	85,18	8,72	28,04	14,53	46,62	12,43	41,61	9,57	44,98	13,68
Kakanj	83,35	7,45	30,30	12,24	45,85	11,84	49,95	10,26	45,10	15,16
Ustikolina	77,57	10,80	27,03	12,59	42,79	14,91	40,73	12,65	46,63	13,26
Prosjek	80,03	11,44	29,51	16,80	44,45	15,01	42,94	13,61	45,20	14,25

		PETELJKA PLODA			
BZ		SJV		SJB	
Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)	Prosjek (mm)	KV (%)
9,77	16,15	13,71	41,68	24,16	18,33
9,41	14,47	15,74	30,95	24,21	19,41
10,42	9,91	13,10	19,29	22,12	14,51
9,87	12,12	11,07	34,53	22,13	15,79
9,41	11,75	14,30	33,59	20,45	14,66
9,99	11,72	15,35	26,89	26,10	19,44
10,63	17,01	15,30	29,37	22,66	16,04
10,60	14,70	15,08	30,21	20,88	18,92
10,10	12,76	15,67	34,70	21,91	19,61
10,60	12,60	13,41	33,75	20,30	14,98
9,68	10,18	20,15	18,77	25,03	17,01
10,34	13,01	15,83	27,23	24,08	19,78
9,76	13,36	15,02	31,05	17,67	17,31
9,59	13,25	12,81	34,00	19,94	22,29
11,04	16,75	16,65	26,66	22,12	16,42
11,26	16,92	12,46	36,16	20,82	20,09
9,80	17,04	15,67	36,70	21,54	17,66
10,11	15,47	17,20	26,34	23,47	20,52
10,13	14,08	10,94	45,26	20,15	19,82
9,65	12,83	11,72	32,46	22,18	18,76
11,44	13,21	14,74	25,67	25,29	18,14
9,82	17,70	15,31	37,30	21,45	24,28
10,16	15,46	14,79	34,21	22,24	20,95

najmanje kod populacije Sokolac. Dobivena srednja veličina za svojstvo broja zubaca na dva cm duljine lisnog oboda kretala se od 9,59 kod populacije Bosansko Grahovo do 11,44 kod populacije Kakanj. Najveće variranje je u populaciji Trnovo, a najmanje u populaciji Cazin. Srednja veličina širine na jedan centimetar ispod vrha lista se kretala od 10,94 mm kod populacije Konjic do 17,20 mm kod populacije Sokolac, dok je najveće variranje u populaciji Konjic, a najmanje u populaciji Kakanj (Tablica 18). Dobivena srednja veličina za svojstvo širine na jedan cm od baze lista se kretala od 17,67 mm kod populacije Kupres do 25,29 mm kod populacije Kakanj. Najveće variranje pokazuje populacija Ustikolina, a najmanje populacija Turbe.

Za sva istraživana svojstava dobili smo statistički visoko značajne međupopulacijske varijabilnosti pri vjerojatnosti od 99%, kao i za interakciju stablo-populacija, kako je prikazano u tablici 19, uz date parametre linearne regresije, koeficijente korelacije i determinacije.

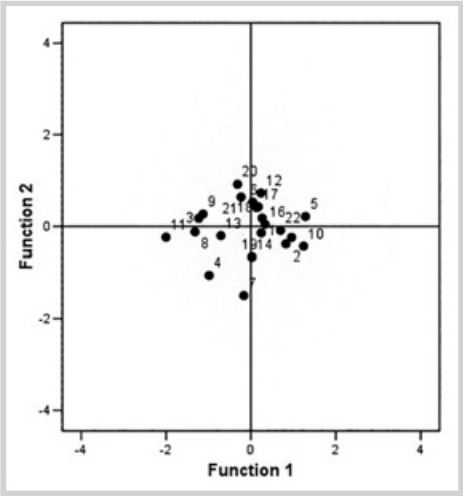
Tablica 19. ANOVA F-vrijednosti (Nap.: bold – statistički visoko značajne razlike)

	Populacija	PLOD			SJEMENKA		
		DP	ŠP	DeP	DS	ŠS	DeS
Unutar populacija	Žepče	**15,23**	**27,65**	**20,17**	**27,86**	**23,71**	**77,19**
	Olovo	**37,05**	**36,81**	**43,18**	**14,16**	**16,27**	**21,47**
	Majevica	**13,61**	**28,72**	**25,23**	**21,00**	**54,33**	**83,20**
	Posušje	**8,52**	0,62	1,36	**37,66**	1,34	2,56
	Sarajevo	**120,35**	**97,68**	**92,69**	**54,35**	**18,50**	**33,94**
	Rogatica	**39,38**	**29,19**	**23,34**	**21,51**	**9,75**	**12,09**
	Livno	**26,97**	**10,52**	**8,34**	**27,07**	**13,39**	**16,61**
	Kalinovik	**63,96**	**75,66**	**77,63**	**53,71**	**98,75**	**80,55**
	Višegrad	**12,13**	**31,97**	**19,60**	**16,82**	**22,02**	**24,54**
	Drvar	**314,86**	**287,12**	**259,40**	**147,20**	**44,86**	**47,24**
	Kongora	**15,34**	**9,41**	**6,52**	**6,69**	**6,28**	**7,65**
	S.Most	**50,30**	**63,77**	**41,45**	**44,98**	**38,27**	**34,52**
	Kupres	**36,43**	**30,40**	**30,71**	**39,10**	**9,27**	**12,51**
	B.Grahovo	**21,18**	**20,16**	**18,43**	**26,16**	**10,09**	**24,97**
	Turbe	**102,70**	**91,61**	**90,25**	**66,76**	**67,37**	**56,04**
	Ključ	**28,20**	**37,91**	**25,50**	**30,89**	**44,01**	**25,27**
	Trnovo	**7,40**	**23,64**	**33,62**	**23,18**	**30,37**	**33,32**
	Sokolac	**27,47**	**20,51**	**24,62**	**20,78**	**33,43**	**29,52**
	Konjic	**43,71**	**35,80**	**62,10**	**56,89**	**25,76**	**115,56**
	Cazin	**16,62**	**34,79**	**29,27**	**170,87**	**101,64**	**76,10**
	Kakanj	**43,88**	**25,25**	**22,05**	**40,60**	**15,74**	**29,60**
	Ustikolina	**24,81**	**51,89**	**45,48**	**29,03**	**111,80**	**119,84**
Između populacija		**90,69**	**90,26**	**89,85**	**53,14**	**35,85**	**33,10**

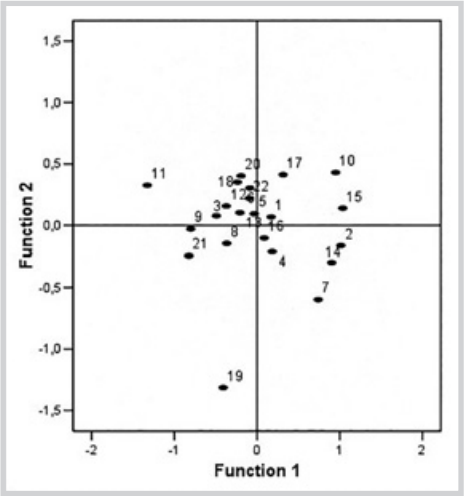
Kanoničkom diskriminantnom analizom skupina svojstava (ploda, sjemena, peteljki i lista) kod divlje trešnje iz centralnih Dinarida nismo uspjeli dobiti izdiferencirane skupine, uporabom morfoloških

PETELJKA PLODA		LIST							
DPP	ŠPP	DPLO	DPL	ONDP	ŠL	KN	BZ	ŠJV	ŠJB
23,66	10,15	41,17	54,65	22,65	73,69	10,66	17,93	37,10	13,06
13,47	10,34	9,40	10,55	5,32	20,53	15,89	8,19	23,53	7,13
60,08	14,42	2,77	25,34	0,54	36,53	1,11	0,63	4,61	6,57
3,61	9,95	4,08	8,78	15,14	9,99	22,49	0,00	0,34	9,66
9,60	16,82	27,15	21,05	16,27	18,04	8,19	4,22	34,89	15,38
17,96	7,14	12,45	8,62	9,18	5,10	4,84	3,76	9,45	8,08
12,56	4,64	10,22	17,85	9,56	8,27	5,84	24,46	41,71	13,38
17,15	30,38	70,12	26,95	65,46	19,01	7,54	14,53	18,75	16,51
32,91	15,83	15,80	31,65	11,76	17,67	5,33	6,40	50,16	12,97
8,38	18,63	20,51	9,74	12,22	15,84	9,57	6,95	18,86	9,86
16,91	12,11	10,19	4,89	8,97	23,27	5,41	4,32	6,33	3,26
39,43	7,00	27,70	48,20	21,22	13,51	12,38	3,29	8,93	18,71
6,88	8,32	13,52	24,96	13,42	10,12	14,16	8,05	13,42	10,94
14,14	6,50	10,84	15,04	10,93	44,93	6,69	6,68	36,08	20,92
17,70	11,24	21,10	43,74	9,75	25,60	4,02	20,01	8,58	1,60
17,08	3,03	34,01	21,38	25,96	24,45	9,00	20,44	32,35	11,52
17,91	13,16	24,23	16,63	10,72	20,70	5,24	18,09	18,10	8,98
5,98	4,85	9,64	25,89	11,88	15,10	4,02	13,48	6,25	10,88
10,42	6,87	5,87	5,85	7,35	39,83	13,02	18,67	26,29	19,97
33,01	5,38	4,90	11,74	8,08	6,49	7,35	4,68	4,98	14,95
26,62	5,47	2,08	6,04	1,22	3,60	6,48	5,75	1,43	2,63
31,59	6,57	25,96	18,62	21,04	53,24	10,40	32,01	68,13	24,08
48,42	13,04	27,48	33,98	28,24	71,20	12,32	23,26	27,32	35,75

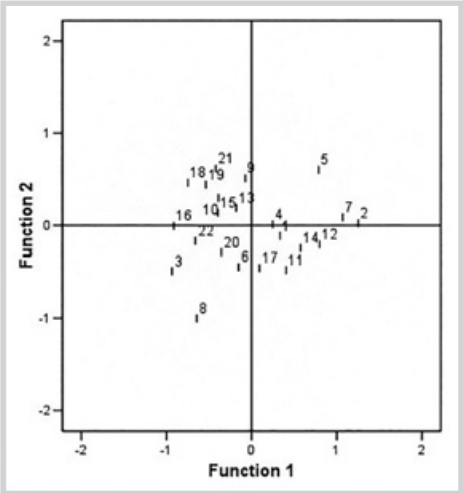
biljega (Tablica 20 i Slike 59-62). Tako se populacije nisu grupirale prema ekološko-vegetacijskoj pripadnosti, prema nadmorskoj visini, tipu tla, ekspoziciji i sl.



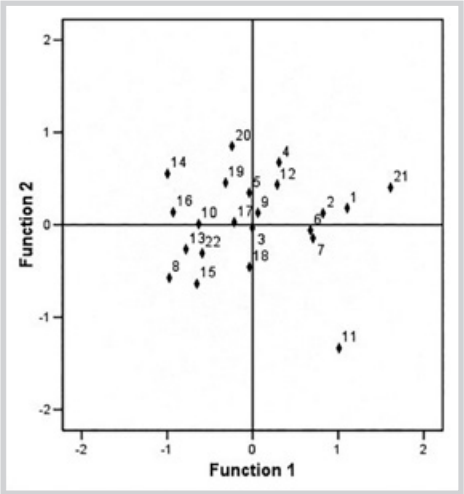
Slika 59. Diskriminaciona analiza ploda (Ballian i sur. 2012)



Slika 60. Diskriminaciona analiza sjemena (Ballian i sur. 2012)



Slika 61. Diskriminaciona analiza peteljke (Ballian i sur. 2012)

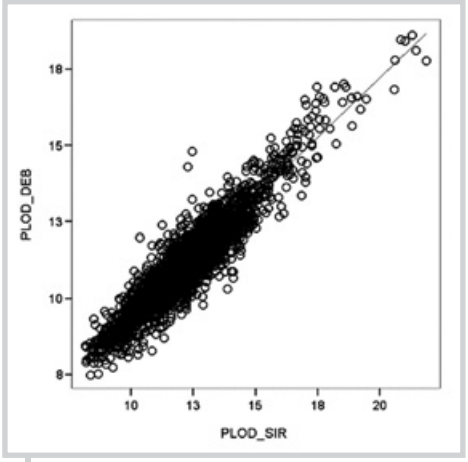


Slika 62. Diskriminaciona analiza lista (Ballian i sur. 2012)

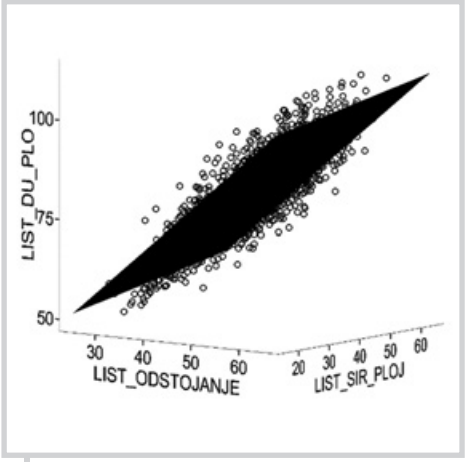
Tablica 20. Regresiona analiza svojstava plodova, sjemena, peteljki i listova (parametri linearne regresije, koeficijenti korelacije, determinacija)

	ZAVISNA	NEZAVISNE	INTERECEPT	b1	b2	R	R^2
PLOD	DP	ŠP	2,87	0,73		0,84	0,71
	DPP		1,57	0,78		0,93	0,87
SJEMENKA	DS	ŠS	3,90	0,60		0,46	0,21
	DeS		0,33	0,73		0,79	0,63
	DPS		23,39	0,16		0,22	0,05
PETELJKA	ŠPS	DPS	0,628	-0,001		0,08	0,01
LIST	DPL	ONDP ŠL	11,37	0,30	0,11	0,45	0,20
	DPLO		20,38	0,17	1,18	0,88	0,78
	KN		53,83	0,23	-0,42	0,45	0,20
	BZ		13,30	-0,02	-0,06	0,25	0,06
	ŠJV		14,98	0,32	-0,32	0,51	0,26
	ŠJB		20,23	0,49	-0,43	0,80	0,63

Regresijskom analizom su za određena svojstva dobivene visoke vrijednosti (R^2 = 0,87) (Tablica 20), dok su druga pokazala male vrijednosti, kao što je slučaj s odnosom kod svojstava peteljki ploda. Kao primjer visoke regresijske vrijednosti na slici 63 pokazujemo odnos debljine i širine ploda, što je bilo i za očekivati.



Slika 63. Regresioni model debljine ploda u odnosu na širinu ploda (Ballian i sur. 2012)



Slika 64. Regresioni model ukupne duljine lista u odnosu na odstojanje i širinu lisne plojke (Ballian i sur. 2012)

Sličan trodimenzionalni regresijski model dobivamo i ako analiziramo tri svojstva, kao što je prikazano na slici 64. Analizirana su svojstva duljine plojke, širine na odstojanju 1 cm od vrha i širine plojke i pokazana je visoka vrijednost regresije, ali bez znatnog utjecaja na diferenciranost.

Iz dostupnih općih podataka o divljoj trešnji o kojima izvještavaju neki od autora može se primijetiti određena varijabilnost na morfološkoj razini (Ballian 2000 i 2002; Clemants 1996; Hieke 1989; Jovanović 1972, 2000; Krüssmann 1978; Rushforth 1999; Herman 1971), kao i nešto manja na molekularno-genetičkoj (Ballian 2004; Cipriani i sur. 1999; Gerlach i Strosser 1997 i 1998; Gerlach i sur. 1998; Iezzoni i sur. 1996, Levi i sur.1993; Malusa 1993; Malusa i Marchesini 1993; Malusa i Sansavini 1993 i 1995), što daje jednu posebnu specifičnost ovoj vrsti. Inače, u ranijim istraživanja divlje trešnje (Ballian 2002; Ballian i Bogunić 2006) s manjim brojem populacija, registrirane su manje razlike među populacijama. Zato smo u ovo istraživanje uključili veći broj populacija iz različitih ekoloških niša, kao i veći broj mjerenih svojstava. Za neka svojstva smo potvrdili razlike na individualnoj i populacijskoj razini uporabom F-testa, ali uz jako slabu diferenciranost između populacija. Ranija istraživanja, obzirom na njihov obim, nisu mogla da povežu slabu diferenciranost populacija divlje trešnje. Osnovni razlog tome mogao bi da leži u relativnoj filogenetičkoj mladosti vrste, odnosno u njenom kasnijem i relativno brzom naseljavanju ovih prostora, iako neki autori ukazuju na to da je bila raširena diljem Europe u davnoj prošlosti (Pejkić 1980; Mišić 1987). Novija istraživanja upućuju na to da kod divlje trešnje postoji još čitav niz čimbenika koji su odgovorni za slabu diferenciranost populacija.

Kako korištenje pojedinih morfoloških biljega omogućava da razlike između populacija ili unutar populacija bivaju vidljive i jasne (Franjić 1993, 1994a, 1994b, 1996), tako smo očekivali i u ovom istraživanju, ali su takvi rezultati izostali. Mogući uzroci, ako isključimo prirodnu selekciju i antropogeno djelovanje, su i razvojni čimbenici odnosno procesi prilagođavanja na određene ekološke uvjete u kojima se javlja individua, odnosno veoma složeni sustav oplodnje i

brzog kretanja gena između populacija (Lowe i sur. 2004). Ipak, iz dobivenih rezultata za svojstvo veličine ploda može se naslutiti jako mala diferenciranost. Tako možemo grupirati populacije s malim, srednjim i velikim plodovima, ali je diferenciranost ipak prilično mala da bi došlo do oštre i jasne diferenciranosti između populacija. Kod drugih analiziranih svojstava, sjemena, peteljki i lista, nismo došli do takvih rezultata.

Kod analiziranja dobivenih rezultata potrebno se osvrnuti i na blizinu glacijalnih pribježišta, od kojih je jedno na jugu, u području Grčke (Tzedakis i sur. 2002), a drugo, sekundarno (Petit i sur. 2002), relativno blizu, u području središnje Dalmacije. Tako vrste koje su blisko svojim glacijalnim pribježištima obično ne gube mnogo od svog genetskog potencijala i sklone su slabijem diferenciranju. Ipak, u ovom istraživanju nismo bili u mogućnosti da na zadovoljavajući način damo odgovor, da li je to utjecalo na slabu diferenciranost populacija divlje trešnje.

Obzirom da divlja trešnja raste u područjima gdje je prisutan značajan utjecaj klimatskih, edafskih i orografskih čimbenika, koji mogu izravno utjecati na morfološka svojstva, njenu prilagodbu, to se očekivalo da ona formira i odgovarajuće ekotipove, ali se to u ovom istraživanju nije se moglo potvrdit. Za razliku od naših istraživanja, nekoliko istraživača uspješno povezuje dobivene razlike i klimatske prilike na drugim vrstama (Chiarucci i sur 1993; Johansson i sur. 1997; Kollmann i Pflugshaupt 2001).

Za objašnjenje slabe diferenciranosti možemo se pozvati na istraživanja koja su proveli Wilson i sur. (1990) i Lord (1999), Herrera (1995, 2002), Jordano (1995), Hampe (2003), a u pitanju je tok gena gdje su vektori ptice. Tako su utvrdili Hampe i sur. (2003) u istraživanju s *Frangula alnus*, gdje je presudni čimbenik za kretanje gena, odnosno za migraciju vrste, ruta kojom se kreću ptice tijekom svojih seoba, i životinje koje se hrane plodovima. Kako je identična situacija s divljom trešnjom, jer služi kao hrana nekim od brojnih ptica, ovo objašnjenje možemo prihvatiti. Pored toga je u pitanju i veoma složena oplodnja regulirana od strane serije multiplih S-alela (Pan-

dey 1967; Ascher 1966, 1976; Pejkić 1980; Mišić 1987; Russell 2003, Briggs i Walters 1997, Lowe i sur. 2004). Na temelju tih saznanja brzina kretanja gena iz populacije u populaciju je prilično velika, te ne dozvoljava značajniju diferenciranost populacija. Inače, multipli aleli reguliraju inkompatibilnosti kod oplodnje djelujući neovisno jedan od drugog, o čemu izvještavaju Crane i Lawrence (1956), Pandey (1967), Ascher (1966, 1976), Pejkić (1980), Mišić (1987) i Russell (2003). Broj otkrivenih multiplih alela kreće se od 6 do 12 u ovisnosti od primijenjene metode istraživanja.

Kada se kod divlje trešnje ne mogu isključiti metodički efekti (broj jedinki u uzorku), ili izbor analiziranih svojstava, razvojni i antropogeni čimbenici, nastale razlike mogu da upućuju na to da različiti adaptacijski procesi u istraživanim populacijama mogu igrati istu ulogu, te stoga populacije usmjeravati u istom pravcu. Na temelju dobivenih rezultata i rečenog mogu se iznijeti određena stajališta o divljoj trešnji.

Dobivena varijabilnost na unutarpopulacijskoj odnosno individualnoj razini može se povezati s vrlo složenim mehanizmom oplodnje kod divlje trešnje, a prije svega se misli na djelovanje većeg broja multiplih S-alela, što je jedan od ključnih momenata u smanjenju diferenciranosti između populacija.

Oplodnja pomoću insekata, što je glavni vid oplodnje kod divlje trešnje, ukazuje na veoma brzi tok gena između populacija, što također doprinosi niskom stupnju diferencijacije.

Rasijavanje sjemena pomoću ptica na velika odstojanja, odnosno kretanje gena na znatno veća odstojanja brže je nego pomoću peludi koju raznose insekti, te tako novonastale populacije pokazuju slabu ili nikakvu diferenciranost. Ovo dolazi još više do izražaja u kombinaciji sa multiplim S-alelima.

Na temelju analize korištenih morfoloških biljega nije se mogla registrirati diferenciranost populacija divlje trešnje u analiziranim ekološkim uvjetima ni po jednom osnovu. Pored složenog i brzog kretanja gena razloge bismo možda mogli tražiti i u posljedicama kasne kolonizacije ovih prostora, filogenetskoj mladosti, odnosno jakoj ekspanziji ove vrste, te jakom antropogenom i zoogenom utjecaju.



Slika 65. Divlja trešnja kod Vinca (Selište) (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Populacije divlje trešnje s kiselog tla nisu pokazale razlike spram populacija s vapnenaca, te prema geološkoj podlozi i tipu tla općenito nismo mogli naći čvrste razlike i diferencijaciju među istraživanim populacijama.

Relativno male, izolirane populacije, s većih nadmorskih visina, a u ovom se slučaju prije svega misli na populacije Kupres, Kalinovik i Sokolac, koje pokazuju i prilično veliki stupanj degradacije zbog jakog negativnog antropogenog djelovanja, na morfološkoj razini ne pokazuju razlike naspram populacija s nižih nadmorskih visina iz središnjih Dinarida, koje imaju dulji vegetacijski period i rastu na dobrim tlima.

Dobivene visoke vrijednosti regresijskog koeficijenta koje su registrirane u ovom istraživanju mogu nam poslužiti u procjeni nekih svojstava, bez da se ta svojstva posebno obrađuju.

Na temelju dobivenih rezultata, odnosno poznavanja varijabilnosti divlje trešnje u Bosni i Hercegovini, mogu se raditi planovi za njenu obnovu, kao i očuvanje genetske raznolikosti metodama *in situ* i *ex situ*.

Kako raspolažemo samo populacijama male brojnosti ili pojedinačnim stablima, s lošim i rijetkim rasporedom, potrebno je propisati čitav niz uzgojnih mijera da se popravi stanje na terenu. Ovo je posebno značajno za neke od istraživanih populacija (Kupres, Kalinovik, Sokolac).

Za prilagodbu i održanje neke populacije *in situ* mora se uzeti u obzir i činjenica da opstanak ovisi i o osnovnim životnim čimbenicima te o jedinki, koja je nosilac genetskog resursa, tj. o njenoj sposobnosti da genetički resurs prenese na sljedeću generaciju (vitalitet, plodonošenje, otpornost itd.). Stoga je potrebno, pored poznavanja varijabilnosti dobivene uz pomoć korištenih biljega, poznavati i osnovne ekološke čimbenike koji vladaju na tim staništima.

8. PREPORUKE ZA OČUVANJE VARIJABILNOSTI DIVLJE TREŠNJE

8.1. Očuvanje genetske raznolikosti divlje trešnje

U brojnim europskim zemljama divlja trešnja zauzima veoma važno mjesto u šumama, prije svega u ekološkom pogledu. Brojne zemlje poduzimaju aktivnosti da divlja trešnja bude što manje ugrožena, a posebno se ističu Italija i Francuska. Također je kroz veliki europski projekt LIFEGENMON rađeno s divljom trešnjom, te je dana metodologija genetskog praćenja utjecaja klimatskih promjena na nju (Aravanopoulos i sur. 2020; Kavaliuskas i sur. 2020). Za razliku od njih u našoj zemlji se malo ulaže u njenu zaštitu i korištenje. Zbog toga se divlja trešnja zajedno s još nekoliko vrsta plemenitih listača nalazi pred istrebljenjem, a genofond je već narušen. Razlog tome je što se nakon domovinskog rata u Bosni i Hercegovini divlja trešnja sjekla bez ograničenja, te su najkvalitetnija stabla posječena i prodana daleko ispod tržišne cijene. Ovo je ostavilo traga na njen genofond, a tu važnu ulogu igra i njena ekologija kao i socijalni status u šumama, jer je riječ o malim skupinama i pojedinačnim stablima. Zbog toga je njena genetska raznolikost bila a i danas je pod stalnim pritiskom različitih čimbenika, među kojima se ističu:

- sječa i devastacija prirodnih staništa,
- podizanje novih zasada u kojima se koristi sjeme pitome trešnje,
- podizanje nasada uske genetske osnove, potomstva malog broja stabala,
- urađena je fenotipska selekcija za manja homogena staništa,
- stalna hibridizacija s pitomom trešnjom, uz intenzivno kretanje gena u jednom smjeru,
- veliki broj štetočina i patogena (bakterija, virusa i gljiva),
- slaba prirodna obnova i slaba konkurentnost drugim vrstama,
- izmijenjeni uvjeti životne sredine i klimatske promjene.

Kada je u pitanju sama zaštita genofonda ove vrijedne vrste najbolji način njenog očuvanja je metodama *in situ* i *ex situ*, odnosno

osnivanjem sjemenskih sastojina ili genskih rezervi, banki gena, živih arhiva i drugih nasada koji mogu poslužiti za zaštitu. Osnivanje sjemenskih sastojina je najjednostavnija metoda, a primjenjuje se procedura propisana od Federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, kroz zakonsku regulativu. Tada se primjenjuje



Slika 66. Divlja trešnja kod Kalinovika (Jelašci) (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

princip masovne selekcije koji jasno ukazuje kakva stabla biramo i na koja svojstva treba obratiti pažnju (Ballian 2008). Kada je riječ o podizanju živih arhiva, tu možemo pored generativnog potomstva koristiti i vegetativno potomstvo, odnosno heterovegetativno dobiveno cijepljenjem. Poseban oblik očuvanja genetske raznolikosti divlje trešnje je i osnivanje sjemenskih plantaža od generativnog ili vegetativnog potomstva, od stabala koja su prošla individualnu selekciju. Inače, ovaj oblik očuvanja odabranih stabala, *ex situ*, je najčešća metoda podizanja arhiva.

Kada govorimo o očuvanju genetske raznolikosti *in situ* bez da se izdvajaju sjemenske sastojine, to podrazumijeva uzgojne radove u sastojinama koji će osigurati prirodno razmnožavanje divlje trešnje. U tu svrhu je potrebno izdvojiti minimalno 20 visokokvalitetnih stabala na jednom manjem području, uvažavajući okolišne čimbenike. U tom pogledu se često susrećemo s nepremostivim problemom, jer je vrlo teško na jednom manjem lokalitetu naći toliki broj kvalitetnih stabala, a s obzirom na način oplodnje i rasijavanje sjemena, velika je mogućnost da su selekcionirana stabla već srodnici ili klonovi, te se u tom slučaju može očekivati kod njihovog potomstva pojava depresije.

Izlaz iz ovog problema može biti osnivanje sjemenskih plantaža od visokoselekcioniranih stabala divlje trešnje s jednog šireg područja, tim prije što trešnja sa šireg područja, kakva je naša zemlja, pokazuje malu diferenciranost (Ballian i sur. 2012). Ovo također upućuje da nove nasade divlje trešnje treba podizati od potomstva sa što većeg broja stabala, po mogućnosti s jednog šireg područja. Također je poželjno sabirati sjeme i sa stabala koja rastu na granici areala, tj. sa stabala koja rastu u ekstremnim uvjetima, kao naprimjer sa velike nadmorske visine. Ovo se može potkrijepiti nekim istraživanjima koja su provedena u Bosni i Hercegovini, kao što je dobiveno za obični bor u ranim testovima (Mikić 1991), dok za hrast lužnjak ovaj princip ne važi (Memišević Hodžić i Ballian i 2019). Stoga kod provođenja ovih aktivnosti treba biti strogo oprezan, da ne dođe do kompromitiranja rada.

Kako znamo da je divlja trešnja vrsta koja raste pojedinačno ili u manjim skupinama, najuspješnija strategija za očuvanje njene genet-

ske raznolikosti je osnivanje različitih nasada *ex situ*. Za tu svrhu najbolje je podizati sjemenske plantaže s potomstvom koje je sa jednog šireg područja, a u plantaži se kasnije mogu primijeniti sve potrebne agrotehničke mjere u cilju dobivanja što boljeg potomstva iz sakupljenog sjemenskog materijala. Pri osnivanju klonske sjemenske plantaže treba paziti da u njima imamo najmanje 30 različitih genotipova iz istog ekozemljopisnog područja (Mikić 2008; Ballian 2008). Takve sjemenske plantaže treba da se osnivaju s najmanje 10 individua od jednog klona, te da su udaljene minimalno tri kilometra ili više od prirodnih sastojina gdje nalazimo divlju trešnju ili nasade domaće trešnje.

Također, nasadi za proizvodnju sjemena, generativne sjemenske plantaže, se mogu osnivati i od selekcioniranih stabala i njihovog generativnog potomstva. U tom slučaju se strogo mora voditi računa o rasporedu stabala prilikom sadnje te težiti tome da srodnici ne budu neposredno jedni pored drugih.

Banke gena ili žive arhive treba osnivati na mjestima koja će omogućiti maksimalan rast, plodonošenje, kao i zaštitu. Pored toga treba da su udaljene od prirodnih skupina i voćnjaka s pitomom trešnjom, da se izbjegne kontaminacija ako se iz njih koristi sjemenski materijal.

8.2. Model oplemenjivanja divlje trešnje

Kako je fenotip na temelju koga provodimo selekciju divlje trešnje nastao kroz interakciju genotipa i okoline (Kajba i Ballian 2005), to moramo imati na umu prilikom izrade plana oplemenjivanja. Kako se morfološka svojstva oplemenjenih biljaka javljaju samo u određenim uvjetima sredine, nužno je da između izabranih stabala i sredine imamo takvu interakciju koja će osigurati maksimalne prinose u novim nasadima. Ta interakcija se odražava na adaptivnu vrijednosti pojedinih svojstava (Tucović 1990). Stabilnost prinosa željenih svojstava iz selekcioniranih populacija, koje se sastoje od različitih genotipova, leži u prilagođenosti tih genotipova uvjetima vanjske sredine. U provedenim pokusima na vrbama (Krstinić 1975, 1976) je utvrđeno da što je veća adaptivnost na jednom širem području na različite uvjete sredine to je razina prinosa manja, te o tome treba voditi računa. Ovo tim

više što su prinosi i adaptabilnost često u suprotnostima, a to znači da dobar prinos ne znači dobru adaptabilnost.

Dobivena varijabilnost u našim istraživanjima (Ballian 2000, 2002; Ballian i sur. 2012; Mikić i sur. 2004; Mikić 2008) ukazuje na različitu genetsku strukturu populacija divlje trešnje, a to nam osigurava da se pronađu najpogodniji genotipovi za određena klimatska ili zemljopisna područja. Takva genetska struktura u našim prirodnim populacijama je značajna za intenzivnu proizvodnju u šumarstvu, ali se ne koristi.

Kada je u pitanju genetski potencijal naše divlje trešnje, on pokazuje veliku varijabilnost (Ballian 2000; Ballian i sur. 2012; Mikić i sur. 2004; Mikić 2008), te je zbog toga potrebno na bazi stečenih iskustava u radu s divljom trešnjom ali i drugim vrstama šumskog drveća izraditi modele oplemenjivanja za potrebe šumarstva, a u cilju maksimalnog korištenja stanišnih potencijala. Ovakav model oplemenjivanja treba da da u budućnosti idealan tip stabla divlje trešnje, prije svega za proizvodnju kvalitetne drvne mase. Teorijske osnove za dobivanje takvog modela oplemenjivanja najpotpunije je razradio Borojević (1972), a djelomično se nalaze i u radovima Vidakovića i Krstinića (1985), te Balliana i Kajbe (2011).

Obzirom da je fenotip rezultat interakcije genotipa i uvjeta sredine, u modelu oplemenjivanja treba definirati koja su najvažnija kvalitativna i kvantitativna svojstva, odnosno svojstva na koja imamo važno djelovanje čimbenika sredine o kojima ovise i na koje se može najlakše djelovati (Mikić 2008). Ako je cilj oplemenjivanja povećanje prinosa, važno je da se usmjerimo na one genotipove i interakcije koje se mogu lako morfološki odrediti u pojedinim fazama. Ta morfološka svojstva treba da pokazuju korelaciju sa prinosom, a selekcija na ta svojstva bi ustvari bila selekcija na prinos (Mikić 2008). Najveću morfofiziološku promjenu kod divlje trešnje uvjetuje naša težnja ka dugom deblu, pravom i punodrvnom, s malim uraslim granama. Zbog toga za selekciju treba koristiti polazni materijal dugog debla koji se odlikuje visokim prinosom. Kada su u pitanju kvantitativna svojstva, duljina i promjer debla kao osnovna prinosa zavisne su od razvoja mnogih svojstava i same okoline. U svakoj od faza razvoja stabla div-



Slika 67. Plus stablo divlje trešnje kod Tarčina (Foto: Dalibor Ballian)

lje trešnje na duljinu i promjer debla može se značajno utjecati kvalitetnim šumsko-uzgojnim zahvatima. Kako su promjer i duljina debla dvije veoma bitne komponente prinosa koje su u korelaciji, nije moguće da se razvijaju do samog maksimuma. U ovom slučaju problem se obično rješava pronalaženjem najpovoljnijeg odnosa između njih (koeficijent vitkosti), a koji će dati optimalnu proizvodnost po stablu. To također treba da bude usklađeno s optimalnim brojem stabala po hektaru nasada, uz maksimalan prinos drvne mase.

Sam uspjeh oplemenjivanja divlje trešnje zavisi od broja svojstava na koje se vrši oplemenjivanje, što je već provjereno na mnogim vrstama šumskog drveća. Teorijski uspjeh oplemenjivanja koje bi obuhvatilo dva svojstva (npr. pravnost debla i brzina rasta) iznosio bi oko 70% (Wright 1966). To znači da selekcija na dva svojstva umanjuje uspeh

oplemenjivanja za 30%, te se o tome mora voditi računa da se ne opterećujemo suvišnim svojstvima. Zbog toga se kod oplemenjivanja na više svojstava genetska dobit smanjuje, te je opravdano da se orijentiramo na selekciju i oplemenjivanje manjeg broja svojstava. Rezultati selekcije na prinos su mnogo složeniji i neizvjesniji nego kada se selekcija vrši na otpornost prema mrazu, a razlog je u tipu nasljeđivanja, kvantitativnom ili kvalitativnom. Prinos drvne mase nije samo jedno svojstvo nego cijela skupina svojstava, od kojih se svako nasljeđuje poligenski (set gena), te je kao takvo pod jakim utjecajem uvjeta okoline (Mikić 2008). Zbog rečenog samo oplemenjivanje na takvoj razini zahtijeva dobro poznavanje genetike pojedinih svojstava (Ballian 2008), ne samo radi kombiniranja svojstava nego i radi samog rada na selekciji, jer ako se ne poznaje ono s čim se radi često se ne vidi ni ono što se u konačnici kao rezultat selekcije dobije.

Shematski prikaz potencijalnog modela oplemenjivanja u cilju proizvodnje kvalitetne drvne mase divlje trešnje (Mikić 2008)

GENOTIP	KOMPONENTE STABLA	OKOLIŠ
• Geni za monopodijalno grananje, • Geni za dugo deblo od 5-10 m, • Geni za srednju veličinu listova; geni za optimalni visinski i debljinski prirast, • Geni za duže trajanje asimilacione površine; geni za pravnost i čistoću debla od grana; geni za punodrvnost; geni za debljinu grana; geni za inserciju grana • Geni za otpornost prema patogenim organizmima; geni za dobru kvalitetu drveta.	• Broj stabala divlje trešnje po ha, • Tip krošnje i duljina debla, • Pravnost i punodrvnost stabla, • Promjer stabla na prsnoj visini, • Kvaliteta drveta.	• Niske temperature tijekom vegetacije, • Uvjeti osvjetljenja i broj biljaka po ha, • Obrada tla; uništavanje korova; mineralna ishrana i unošenje dušičnih đubriva za optimalni porast. • Navodnjavanje i prihranjivanje za bolji razvoj stabla; čišćenje bočnih grana. • Optimalnom ishranom i kemijskom zaštitom spriječiti efekt suše, niskih temperatura i kasno mraza. • Pravovremena eksploatacija.

8.3. Morfološke razlike između populacija zbog različitih uvjeta okoline

Reakcija biljke na okolinu je definirana njenom ekološkom valencom, a predstavlja jedno od najvažnijih svojstava. To je sposobnost prilagođavanja biljke na određene promjene u okolišu, definirana samim genomom biljke, a manifestira se njenom fenotipskom plastičnošću. Ta fenotipska plastičnost je poznata i kao norma reakcije, a manifestira se morfološkim razlikama između individua i populacija.

U dosadašnjim istraživanjima na divljoj trešnji registrirane su razlike između populacija divlje trešnje (Ballian 2000, 2002; Ballian i sur. 2012; Mikić i sur. 2004; Mikić 2008). Ta istraživanja nisu mogla povezati slabu diferenciranost populacija divlje trešnje, te bi osnovni razlog mogao biti u mladom razvoju vrste, odnosno filogenetskoj mladosti, tj. njenom kasnijem naseljavanju ovih prostora. S druge strane, kod ove vrste tok gena je brz, kako peludom koji raznose pčele, tako i sjemenom koje raznose ptice i sisari, te se razmjenom gena ujednačavaju populacijske genetske strukture. Tok gena je jako dobro obrađen na oskorušama (George i sur. 2015), gdje sisari igraju glavnu ulogu. Slična situacija je i s vrstama roda *Frangula*, gdje ptice igraju ključnu ulogu u brzom kretanju gena (Hampe i sur. 2003).

Pomoću morfoloških biljega razlike između populacija ili unutar populacija obično bivaju vidljive i jasne kod svih vrsta šumskog drveća (Franjić 1994, 1996), ali se treba pažljivo pristupiti sabiranju biljnog materijala. Registrirane razlike u tom slučaju mogu biti posljedica prirodne selekcije ili povijesnog antropogenog djelovanja. Ovdje treba uvijek imati na umu i kako su djelovali razvojni čimbenici (socijalni statusi) ili složeni procesi prilagođavanja individue odnosno populacije na određene ekološke uvjete.

Poznato je da područje naše zemlje, odnosno Dinarskih planina koje se prostiru od sjeverozapada ka jugoistoku, ima veoma specifične ekološke karakteristike. Stoga na vrlo malom prostoru zbog velikih rasjeda i specifičnih strujanja zračnih masa postoji velika šarolikost klimatskih i mikroklimatskih, edafskih, orografskih i drugih čimbenika koji izravno utječu na diferencijaciju, kako individualnu,

tako populacijsku kod divlje trešnje, ali i drugih vrsta. Brojni stručnjaci smatraju da šumske vrste drveća s područja Dinarida, posebno centralnih i južnih, pokazuju veliku varijabilnost, što u ovom slučaju za divlju trešnju ne možemo reći. Analizom orografskih čimbenika iz naših istraživanja na divljoj trešnji nije se moglo potvrditi prilagođavanje vrste na različite visinske položaje i formiranje mogućih ekotipova, iako je populacija Kupres sa 1200 m nadmorske visine odstupala u jednom svojstvu, svojstvu debljine peteljke. Iako orografski čimbenici mogu utjecati na genetsko distanciranje među populacijama, a što je registrirano kod mnogih vrsta, mi ga nismo registrirali kod divlje trešnje zbog njezine slabe diferencijacije u Bosni i Hercegovini, koja je prostorno relativno mala.

Vrlo često se u ovakvim morfološkim istraživanjima ne može isključiti metodički efekt (broj jedinki u uzorku koji predstavlja populaciju), ili izbor svojstava koja će se obrađivati, te razvojni i antropogeni čimbenici na divljoj trešnji, a registrirane razlike mogu pućivati na to da adaptacijski procesi u našim istraživanim populacijama mogu imati istu ulogu, te populacije u tom slučaju usmjeravaju u istom pravcu. Kako smo dobili rezultat da diferenciranja nema (Ballian i sur. 2012), na osnovu tih rezultata možemo dati sljedeće zaključke:

- Dobivena varijabilnost na populacijskoj razini može se povezati s vrlo složenim mehanizmom oplodnje kod divlje trešnje, odnosno selektivnim djelovanjem višestrukih S-alela, kao i brzim tokom gena pomoću sjemena.
- Provedenim analizama na nekim morfološkim biljezima nije se mogla uočiti klinalna varijabilnost. To dodatno potvrđuje slabu diferenciranost divlje trešnje u analiziranim ekološkim uvjetima, ali postoji i mogućnost da je to posljedica kasne kolonizacije tih prostora, kao i brzog toka gena.
- Analizirane populacije sa različitih geoloških podloga (bazičnih i kiselih) i tala (dubokih i plitkih) ne pokazuju razlike.
- Relativno male, izolirane populacije, a u ovom se slučaju prije svega misli na one iz zapadne Bosne koje pripadaju submediteranskom planinskom području, na morfološkom nivou ne

pokazuju razlike naspram populacija iz središnjih Dinarida koje pripadaju kontinentalnom području, kao i onih iz Panonskog područja, iako te populacije iz zapadne Bosne pokazuju možda najveći stupanj degradacije i negativnog antropogenog djelovanja.

- Dobiveni rezultati na istraživanjima divlje trešnje upućuju na to da ne postoje razlike među populacijama iz različitih ekoloških niša, odnosno da razlike u ekologiji staništa uvjetuju slabu genetsku diferencijaciju među populacijama i da bi se eventualne razlike mogle registrirati pomoću nekih drugih biljega.
- Naša istraživanja kvantitativnih svojstava na morfološkoj razini ne mogu dati neke nove činjenice o samoj taksonomiji ili pojavi novih ekotipova. Ipak, detaljnom analizom svake populacije, moglo bi se izvršiti naknadno raščlanjivanje na niže taksonomske jedinice, posebno prema obliku lista, tj. da li je forma lista tipična ili salicifilna (Ballian i sur. 2012; Mikić 2008).
- Kada usporedimo rezultate naših istraživanja s rezultatima istraživanja drugih znanstvenika (Aranzana i sur. 2003; Beaver i sur. 1995; Downey i sur. 2000; Ducci i Proietti 1997; Gerlach 1997; Iezzoni i sur. 1996) može se vidjeti da postoji određena varijabilnost na molekularnoj razini kod divlje trešnje koja u ranijim i ovim istraživanjima nije registrirana ili je registrirana u samo malom broju metričkih svojstava (Ballian 2000, 2002; Ballian i sur. 2012; Mikić 2008; Mikić i sur. 2004; Ducci i Proietti 1997; Ducci 2005). Na temelju rečenog, kod ovog vida istraživanja morfoloških svojstava, čak i uz korištenje velikog broja uzoraka i podataka u analizama, nismo uspjeli dobiti značajnije razlike i diferenciranost. Usprkos tome, istraživači se dvoume koliki mora biti uzorak da bi se obuhvatila stvarna morfološka raznolikost, deset listova po stablu, dvadeset, trideset ili više. Iz statistike je poznato da se s povećavanjem uzorka povećava i vjerojatnost da se realno predstavi populacija, ali javljaju se ograničenja u vremenu i novcu. Stoga je razvijena metodologija uzorkovanja koja se za sada pokazala uspješnom (Franjić 1994a, 1994b, 1996).



Slika 68. Divlja trešnja kod Bosanske Gradiške (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

8.4. Očuvanje morfološke raznolikosti

Očuvanje ili konzervacija morfološke raznolikosti a time i genetičkim metodom *in situ* kod neke populacije povezano je s mnogobrojnim problemima. Možda su najznačajniji problemi vezani sa životnim vijekom jedinki, antropogenim i zoogenim utjecajima, zagađivačima zraka, filogenetskom starosti vrste, što je kod divlje trešnje vrlo važno jer spada u skupinu mlađih. Dakle, najznačajniji problem se pojavljuje pri prenošenju morfološke (genetske) strukture naše stare (adultne) populacije na mladu (juvenilnu) generaciju. To prenošenje se može ostvariti prirodnim ili umjetnim pomlađivanjem, a postoje razvijene metode i same provjere, bilo uz uporabu morfoloških, fizioloških ili molekularnih biljega (Aravanopoulos i sur. 2020; Kavaliuskas i sur. 2020).

8.5. Očuvanje morfološke (genetske) raznolikosti prirodnim pomlađivanjem divlje trešnje

Prirodno pomlađivanje u većini se slučajeva smatra boljim od umjetnog, ali je kod divlje trešnje uvjetovano odgovarajućim čimbenicima. Prije svega se misli na ptičju populaciju koja se hrani plodovima divlje trešnje. Prema nekim istraživačima, broj biljaka sposobnih za plodonošenje vrlo je važan za obnovu genetske raznolikosti, kao i gustoća biljaka i njihov raspored, te u slučaju divlje trešnje i raspored S-alela u populacijama. Stoga je regulatorska uloga S-alela jako bitna, jer se sprečava pojava samooplodnje i inbridinga u populaciji, što se pozitivno odražava na sljedeću generaciju (Pandey 1976; Wunsch 2004,; Ascher 1966,1967; Russel 2003).

Istražujući kontrolne populacije Zürich, Gospić, Karlovac i Bor (Mikić 2008), i populacije iz Bosne i Hercegovine može se iz rezultata vidjeti da su razlike minimalne. Stoga se dobivene i minimalne razlike između populacija ne bi mogle pripisati razlikama u morfološkoj (genetičkoj) strukturi tih populacija. Razlike bi se prije mogle pripisati filogenetskoj mladosti vrste, te njenoj još slaboj diferenciranosti.

S druge strane, područje Dinarida dodirno je područje balkanskih populacija sa srednjeeuropskim populacijama, uz utjecaj mediterana s jedne i panonskog bazena s druge strane, pa postoji velika mogućn-

nost da postoje određena odstupanja od tipične strukture, ali to nismo bili u mogućnosti da registriramo. Uz to, i statističkim se metodama, usprkos njihovoj savršenosti, često ne može dobiti rezultat, koji često ostaje skriven u šumi podataka, kao što je slučaj s ovim obimnim istraživanjem.

8.6. Očuvanje genetske raznolikosti umjetnim pomlađivanjem

Umjetno pomlađivanje divlje trešnje povezano je s mnogim problemima, od komplicirane proizvodnje u rasadnicima zbog dormantnosti sjemena, do slabo zastupljenog gene poola u proizvedenom sjemenskom i sadnom materijalu. Istraživanja pokazuju da je sadni materijal divlje trešnje u mnogim slučajevima opterećen nedovoljnom genetskom informacijom, odnosno postojanjem velikog broja polusrodnika, jer se sjeme sakuplja s malog broja stabala, što kasnije dovodi do gubitka adaptacijske sposobnosti. Poseban problem je klonska proizvodnja iz dijelova korijena ili zelenih reznica, kada se koriste vegetativni dijelovi samo s manjeg broja stabala. Zato pri umjetnoj obnovi treba voditi računa o sljedećem:

- o podrijetlu sjemena i sadnog materijala, odnosno sjeme ne bi smjelo biti s malog broja stabala, te opterećeno lošom genetičkom strukturom; mora se koristiti sjeme koje odgovara lokalnim populacijama izdvojenim na temelju rajonizacije sjemenskih sastojina, u odgovarajućim rajonima,
- posebno pitanje je određivanje optimalnog broja biljaka u procesu obnove, s obzirom na djelovanje S-alela, da bi se u kasnijim fazama razvitka dobio zadovoljavajući broj biljaka, koje bi reprezentirale genetičku strukturu populacije (Ziehe, 1995),
- pored korištenja sjemena sabranoga sa što više stabala ravnomjerno raspoređenih u populaciji, potrebno je koristiti i sjeme različitih godišta, kako bi se smanjilo moguće štetno djelovanje usmjerenog križanja i bolje očuvala genetska struktura populacije, jer se može dogoditi da zbog nekog razloga dio stabala u godini sabiranja nije cvjetao ili plodonosio (Müller–Starck 1991, Konnert 1996),

- stvoriti princip za održavanje što je moguće veće heterogenosti zasada te prema situaciji i mogućnosti isključiti bilo kakve mjera njege i radova u populaciji, što znači omogućiti prirodnoj selekciji da eliminira što više neprilagođenih jedinki (Muona i sur. 1988).

8.7. Preporuke za održavanje raznolikosti populacija

Metodi očuvanja biološkog diverziteta bit će u kratkim crtama izloženi.

8.7.1. Na temelju metoda izoenzimske analize

Samo se mali dio genetske informacije biljnog organizma, kakav je i divlja trešnja, može obuhvatiti ispitivanjem morfoloških svojstava. Izbor svojstava za analizu zavisi o izboru istraživača i mogućnosti njihova jednostavnog mjerenja na biljnom organizmu. Uz pomoć izabranih morfoloških biljega i primjenom statističke metode može se dokazati samo varijabilnost tog svojstva. Stoga uz pomoć analize morfoloških biljega promatramo samo jedan mali dio ukupne genetske informacije sadržane u divljoj trešnji, odnosno populaciji. Morfološki biljezi pokazuju takva svojstava da će još dugi niz godina biti nezamjenjivi, dok se ne stvore kompletne genetske karte za sve vrste drveća i grmlja. Nedostatak morfoloških biljega, da su podložni promjenama zbog djelovanja ekoloških čimbenika, može se djelomično smanjiti suptilnom selekcijom materijala za analizu i uporabom adekvatnih statističkih metoda. Tako će ovi biljezi još dugo biti upotrebljavani za istraživanja genetske raznolikosti populacija, kao i u određenim ekološkim istraživanjima.

8.7.2. Adaptabilnost ispitivanih biljega

Prema Müller-Starcku i sur. (1992), vrste s disjunktnim rasprostiranjem, kao što je divlja trešnja, pokazuju veliku međupopulacijsku varijabilnost, a slabu ili nikakvu unutarpopulacijsku varijabilnost na morfološkoj razini.

Veza ispitivanih morfoloških biljega s određenim sposobnostima adaptacije divlje trešnje u našim istraživanjima nije registrirana na zadovoljavajućoj razini, ali ipak mnoga istraživanja su to potvrdila kod drugih vrsta šumskog drveća (Franjić 1994a, 1994b, 1996). Tako se pojedini biljezi ne mogu smatrati potpuno neutralnima. Isto tako, i primarni populacijski morfološki parametri mogu dati važne dokaze o adaptivnosti jedinke ili populacije, a to se prije svega ogleda u morfološkoj raznolikosti, srednjim vrijednostima, varijansi, koeficijentu varijabilnosti, te parametrima multivarijantne i klaster analize. Njihovim promatranjima mogu se donijeti odgovarajuće preporuke za očuvanje morfološkog (genetskog) biološkog diverziteta populacija, odnosno za uspješnu obnovu populacija.

Prema Vidakoviću i Gračanu (2001), kako bi se osiguralo dobro prilagođavanje genotipova na različite uvjete, istraživani biljezi morali bi biti nezavisni jedni od drugih, a promjene okoline kao nosioca evolucijskih promjena ne bi smjele biti dopuštene. Zbog toga se postojeći genetički set koji bismo sačuvali u bankama gena ne može smatrati krajnjim ciljem očuvanja divlje trešnje, već početnim materijalom u procesu konzervacije *in situ* i *ex situ*.

8.7.3. Izbor populacija i optimalnog broja biljaka u uzorku

Osnovno je pitanje koliko populacija može predstavljati jednu vrstu u istraživanju. U ovom slučaju divlja trešnja pojavljuje se u Bosni i Hercegovini u svim tipovima šuma, u svim ekološkim nišama, s cijelim spektrom fitocenoza.

Broj biljaka za analizu u našim istraživanjima uziman je prema preporukama iz ranijih istraživanja. Tako smo za morfološka istraživanja uzimali od 16 do 30 individua, dok engleska metoda preporučuje 10. Sabiralo se sa stabala koja su bila na odstojanju od 50 do 100 m, obavezno s južne osunčane strane i iz vanjskog dijela sredine krošnje, prema metodologiji koju je dao Franjić (1993, 1994a, 1994b, 1996) za hrast lužnjak. Sabrani materijal je bio selekcioniran unutar individue, a pazilo se da individue budu približno iste stadijske starosti.



Slika 69. Divlja trešnja uz rijeku Bosnu (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

Broj biljaka koje predstavljaju populaciju ipak ostaje upitan, jer se pojavljuje problem subjektivnosti pri uzimanju uzorka. Uz to, pojavljuje se i pitanje hoće li morfološkim biljezima biti registrirana varijabilnost. Slični problemi opterećuju i molekularna istraživanja. Stoga bi u području poput Dinarida, gdje se na vrlo malom prostoru izmjenjuju različiti ekološki uvjeti, s različitim biljnim zajednicama u kojima se pojavljuje divlja trešnja, trebalo primijeniti varijantu manjeg broja jedinki u uzorku, a obuhvatiti raznorodne ekološke uvjete, odnosno što više populacija, uz uključivanje i drugih morfoloških biljega. Međutim, to bi samo usložilo analizu podataka, jer bi se suština gubila u velikom broju malih populacija, a uvijek se postavljaju limitirajući čimbenici, kao što je vrijeme potrebno za istraživanje i raspoloživa sredstva.

8.7.4. Potvrda genetskog bogatstva u populacijama

U istraživanjima se može pojaviti i takav biološki materijal koji neće pokazivati mnoga morfološka svojstva koja su bitna za adaptacijsku sposobnost istraživane vrste (Ziehe i sur. 1989, Finkeldey 1993).

Za prilagođavanje i održanje neke populacije *in situ* mora se uzeti u obzir i činjenica da opstanak zavisi i o osnovnim životnim čimbenicima te o jedinki, koja je nosilac genetskog resursa, tj. o njenoj sposobnosti da genetički resurs prenese na sljedeću generaciju (vitalitet, plodonošenje, otpornost, itd.). Stoga je potrebno poznavati strukturu populacije, koja se može dobiti uz pomoć morfoloških biljega, kao i osnovne ekološke čimbenike.

Promatramo li genetski kriterij, najbolje je da populacija posjeduje što je moguće više varijabilnosti morfoloških svojstava (te samim tim brojnost genotipova), veliki potencijal za prilagođavanje, veliku raznolikost fenotipova, te samim tim i visok polimorfizam, jer se stoga velika raznolikost u divlje trešnje može povezati s većom otpornošću u stresnim sredinama. U vezi s biološkom raznolikošću posebno važnu ulogu mogu igrati populacije koje se mogu smatrati predstavnicima postojećeg gene poola (da je prisutna mala diferencijacija u njima) te populacije koje imaju veliku raznolikost, jer oslikavaju posebnosti u svom razvoju (Tomislavgrad i Bosansko Grahovo), odnosno prilagođavanje na specifične ekološke uvjete.

Na temelju svega utvrđenog u istraživanim populacijama situacija je vrlo složena. Imamo populacije s velikom unutarpopulacijskom i malom međupopulacijskom varijabilnošću, što može biti možda svojstveno samo za balkansko područje, dok se ne potvrdi i na drugom mjestu. Ipak, i te istraživane populacije karakterizira pojava polimorfizma u njima, što je vrlo vjerojatno regulirano aktivnošću S-alela.

Stoga je preporučljivo uključivanje većeg broja morfoloških biljega pri utvrđivanju genetskih potencijala i, u vezi s tim, određivanje većeg broja populacija za poduzimanje aktivnosti na očuvanju genetskih potencijala. Istraživanjem većeg broja populacija bolje bi se upoznali genetički potencijali, i nakon toga smanjile opasnosti od gubitka dragocjenih genetskih potencijala u uzgojno-meliorativnim radovima u šumama gdje se javlja divlja trešnja.

Prema Millaru i Lybbyju (1991), odlučujuću ulogu u potvrdi genetskih potencijala ima podjela variranja unutar i između populacija. Ako genetičko variranje između populacija nije klinalno nego diskontinu-

irano (u obliku ekotipova, kao što je naš slučaj s populacijama divlje trešnje), tada se preporučuje da se obuhvati što veći broj populacija pri poduzimanju mjera za održanje genetskog potencijala. U homogenijim uvjetima s klinalnom varijabilnošću dovoljan bi bio i manji broj populacija.

8.7.5. Broj potrebnih populacija za banke gena in situ

Na temelju dobivenih rezultata ne bi se moglo točno reći koliki je broj populacija i u populacijama broj jedinki potreban za održanje genetskih potencijala, te bi trebalo provesti dodatna istraživanja.

Iz rezultata je vidljivo da za banku gena iz populacija s većeg područja rasprostiranja treba veći broj jedinki. Osim toga, treba voditi računa i o samom adaptivnom potencijalu biljaka u obuhvaćenim populacijama. Za populacije i jedinke koje imaju visoki potencijal prilagodbe treba manji broj populacija i jedinki u populaciji, od onih kod kojih je taj potencijal manji, pa je potrebno i više populacija i više jedinki.

Inače, prema Gregoriusu (1986), održavanje genetskog potencijala u različitim ekološkim nišama, uz prisutno genetičko diferenciranje, može uvjetovati povećanje adaptivnog potencijala populacija.

Dakle, pri umjetnom širenju populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini treba posebnu pažnju obratiti lokalnim populacijama, koje su vrlo važne na lokalnom nivou, odnosno rajonu, na osnovu svog adaptivnog potencijala, a koji bi se i eksperimentalno trebao dokazati. Inače, rajoni su definirani u Bosni i Hercegovini (Stefanović i sur. 1983).

8.7.6. Obnova genetskih potencijala divlje trešnje

U ranijim poglavljima istaknuto je značenje prirodnog i umjetnog pomlađivanja u vezi s obnovom genetskih potencijala. Zbog toga je, a radi minimalnog održanja genetskih potencijala i procesa pomlađivanja, odlučujuće da se raspolaže potrebnom rezervom gena.

Prema Finkeldeyu (1992), broj jedinki potrebnih za održavanje genetskog potencijala mora se temeljiti na vjerojatnosti gubitka rijetkih gena iz populacije, što znači da populacija mora biti toliko velika da

u sebi očuva veći dio gene poola. To je bitno pri očuvanju gena *ex situ*, bilo čuvanjem sjemena u bankama gena, bilo podizanjem arhiva gena. Za održanje potencijala *in situ* donju granicu broja jedinki treba odrediti na osnovu spoznaje je li moguća naknadna obnova genetskog potencijala putem prirodnog pomlađivanja. U tom slučaju presudno je važan broj biljaka, horizontalna i vertikalna struktura, tip gospodarenja (jednodobna ili preborna struktura šume), a kod divlje trešnje iznad svega biologija ukrštanja individua.



Slika 70. Divlja trešnja u bukovo-jelovoj sastojini kod Srebrenice (foto: Sulejman Sinanović)

Tako u homogenim uvjetima trebamo imati manji broj većih populacija koje bi mogle zadovoljiti potrebe za reprodukcijskim materijalom, a u heterogenim uvjetima Dinarida, a na osnovu dobivenih rezultata uporabom morfoloških biljega, bilo bi potrebno da se raspolaže većim brojem sjemenskih objekata (sjemenskih sastojina), u svim ekološkim nišama.

U populacijama sa specifičnom varijabilnošću, odnosno s pojavom individua koje imaju salicifilne listove, prilikom njihove obnove treba voditi računa o strukturi mlade sastojine i omogućiti prenošenje tih svojstava na sljedeću generaciju, po mogućnosti prirodnom obnovom, ali ako se to pokaže nedovoljnim, pristupiti i umjetnoj obnovi. U tim radovima treba obratiti pažnju na genetičku strukturu populacije, prema starosnim stadijima, jer dobiveni rezultati pokazuju razlike između starosnih stadija populacije. Obnovu treba pratiti povremenim morfološko-genetičko-molekularnim istraživanjima (Behm i Konnert 1999), jer se razlike između starih i mladih stabala u jednoj populaciji, uz odgovarajuće uzgojne mjere, mogu svesti na minimum.



Slika 71. Visokoplaninska divlja trešnja na planini Raduši (foto: Mirzeta Memišević Hodžić)

9. LITERATURA

Aljehin V.V. 1944: Geografija biljaka. Moskva, str. 1-445.

Aranzana M.J., Pineda A., Cosson P. Dirlewanger E., Ascasibar J., Cipriani G., Ryder C.D., Testolin R., Abbott A., King G.J., Jezzoni A.F., Arus P. 2003: A set of simple-sequence repeat (SSR) markers covering the *Prunus* genome. Theoretical and Appliend Genetics, 106 (5): 819-825.

Aravanopoulos F.A., Westergren M., Fussi B., Kavaliuskas D., Alizoti P., Bajc M., Kiourtis F., Konnert M., Avramiodu E.V., Ballian D., Barbas E., Bekiaroglou P. Bordas, S., Božić G. Barailej Jones P., Breznikar A., Chasilidis P., Damjanič R., Dovč N., Farsakoglou A.M., Finžgar D., Fragkisidis N., Ganopoulos I., Heinze B., Sever K., Šibanc N. Tourvas N., Veselčić Ž., Vujinović Z., Železnik P. Kraigher H. 2020: Manual for Fores Genetic Monitoring (ed. Bajc M., Aravanopoulos F.A., Westergren M., Fussi B.Kavaliuskas D., Alizoti P., Kiourtsis F., Kraigher H.). Silva Slovenica Publishing center Ljubljana, str. 1-332.

Ascher P. 1966: Gene action model to explain gametophytic self-incompatibility. Euphytica, 15: 179-183.

Ascher P. 1976: Self-incompatibility systems in floriculture crops. Acta Horticultura, 63: 205-215.

Ballian D. 2000: Početna istraživanja varijabilnosti morfoloških svojstava sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.). Šumarski list, br. 5-6: 271-278.

Ballian D. 2001.: Mikrosatelitski pokazatelji genetske varijacije divlje trešnje (*Prunus avium* L.) iz središnje Bosne. Savremena istraživanja u poljoprivredi i šumarstvu mogućnost primjene u BiH. Sarajevo, Simpozijum str. 21.

Ballian D. 2002: Variability of characteristies of the wild cherry blossom (*Prunus avium* L.) in the region of central Bosnia. Anali za šumarstvo. Zagreb, 25/2: 1-19.

Ballian D. 2004: Varijabilnost mikrosatelitne DNK u populacijama divlje trešnje (*Prunus avium* L.) iz središnje Bosne. Šumarski list, 11-12: 649-654.

Ballian D. 2006: Biljezi i osnovne mjere genetske varijabilnosti značajne u molekularno genetičkim istraživanjima. Šumarski list, 1-2: 41-46

Ballian D., 2002b: Procjena genetske varijabilnosti obične jele (*Abies alba* Mill.) analozom cpDNA i izoenzima u dijelu prirodnih populacija Bosne i Hercegovine i Hrvatske. Disertacija. Šumarski fakultet. Zagreb.

Ballian D., Bogunić F. 2006: Preliminary results of investigation of morphological traits variation of wild cherry (*Prunus avium* L.) in Bosnia and Herzegovina. International Scientific Conferrence In occasion of 60 year of operation of Institute of Forestry, Belgrade. PROCEEDINGS, str. 47-51.

Ballian D., Čabaravdić A. 2007: Neki korelacijski odnosi između svojstava pupova, cvijeta i sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) iz populacije Mrkovići, Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 1: 29 – 38.

Ballian D., Longauer R., Mikić T., Paule L., Kajba D., Gömöry D., 2006: Genetic structure of arare European conifer, Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purk.). Plant Systematic and Evololution, 260: 53-63.

Ballian D., Bogunić F., Čabaravdić A., Pekeč S., Franjić J. 2012: Population differentiation in the wild cherry (*Prunus avium* L.) in Bosnia and Herzegovina. Periodicum Biologorum, 114 (1): 43–54.

Ballian D., Škvorc Z., Franjić J., Kajba D., Bogdan S., Bogunović F., 2005: Procjena nekih morfoloških značajki munike (*Pinus heldreichii* Christ.) u dijelu areala. Šumarski list, br. 9-10: 475-480.

Ballian D., Mujagić-Pašić A. 2013: Morphological variability of the fruit and seed of wild cherry (*Prunus avium* L.) in a part of its natural distribution in Bosnia and Herzegovina. Biologica nysaana, 4 (1-2):15-17.

Bargioni G. 1982: Il ciliegio dolce. Edagricole. Bologna, str. 1-341.

Beaver J.A., Iezzoni A. F., Ramm C.W., 1995: Isosyme diversity in sour, sweet and ground cherry. Theoretical and Applied Genetics, 90 (6): 847-852.

Benac A. 1951: O ishrani prehistrojiskih stanovnika Bosne i Hercegovine. Glasnik Zemaljskog Muzeja u Sarajevu, Nova serija 6: 271-279.

Betrán J.A., Val J., Montañés Millán L., Monge E., Montañés L., Moreno M.A. 1997: Influence of rootstock on the mineral concentrations of flowers and leaves from sweet cherry. Acta Horticulturae, 448:163-168.

Bojkov D., Zahov T. 1952: Višnja i čereša. Zamizdat, Sofija, str. 1-205.

Borojević, S. 1972: Genetski pristup izgradnji modela visoko prinosnih sorti pšenice. Beograd, Genetika, 3(1): 105-117.

Bortiri E., Oh S.H., Jiang J.G., Baggett S., Ganger A., Weeks C., Buckingham M., Potter D., Parfitt D.E. 2001: Phylogeny and systematics of *Prunus* (*Rosaceae*) as determined by sequence analysis ITS and the chloroplast trnL-trnF spacer DNA. Systematic Botany, 26 (4): 797-807.

Bošković R., Tobutt K.R. 1998: Inheritance and linkage relationships of isoenzymes in two interspecific cherry progenies. Euphytica, 130 (3): 273-286.

Briggs D., Walters S.M. 1997: Plant Variation and Evolution. 3th edition. University Press Cambridge, Cambridge, str. 1-512.

Brongniart M.A. 1843: Énumération des genres de plantes cultivées au Musée d'histoire naturelle de Paris, suivant l›ordre etabli dans l'Ecole de botanique en 1843. Str. 1-136.

Brown S.K., Lezzoni A.F. Fogle H.W. 1996: Cherris. str. 213-225 in Fruit. Breeding, vol 1. Tree and Tropical Fruits. (J. Janica and J. N. Moore, eds). John Wiley and Sons, New York, USA, str. 1-632.

Brus R., 2004: Drevesne vrste na slovenskom. Mladinska knjiga, Ljubljana. str. 288.

Brus R. 2008: Dendrologija za gozdarje. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. str. 1-408.

Buia 1956: Flora republici populare Romine. Academia rep. pap. Romi., IV tom, str. 1-853.

Burnie G., Forrester S., Greig D., Guest S., Harmony M., Hobley S., Jackson G., Lavarack P., Ledgett M., McDonald R., Macoboy S., Molyneux B., Moodie D., Moore J., Newman D., North T., Pienaar K., Purdy G., Silk J., Ryan S., Schien G. 1997: Botanica, Könemann-Köln.. Str. 1-1007.

Cavalier-Smith T. 1998: A revised six-kingdom system of life. Biological Reviews, 73(3): 203-266.

Chiarucci A., Pacini E., Loppi S. 1993: Influence of temperature and rainfall on fruit and seed production of Arbutus unedo L. Botanical Journal of the Linnean Society, 111: 71– 82.

Cipriani G., Lot G., Huang W.G., Marrazzo M.T., Peterlunger E., Testolin R. 1999: AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach (*Prunus persica* L. Batsch.): isolations characterisation and cross-species amplification in *Prunus*. Theoretical and Applied Genetics, 99(1-2): 65-72.

Clemants S. 1996: Sweet cherry (*Prunus avium* L.): New York Metropolitana Flora. Internet.

Conti L., Papponi L. 1999: Quaderno per la gestione del verde publico-Gli albergi e gli arbusti. Fondazione Minoprio, Regione Lombardia. Str. 1-80.

Crane M.B., Lawrence W.J.C. 1956: The genetics of garden plants. MacMillan and Co., Ltd, London, str. 1-287.

Dirlewanger E., Cosson P., Tavaud M., Aranzana M.J., Poizat C., Zanetto A., Arus P., Laigret F. 2002: Development of microsatellite markers in peach (*Prunus persica* L.) Batsch and their use in genetic diversity analysis in peach and cherry (*Prunus avium* L.). Theoretical and Applied Genetics, 105 (1):127-138.

Downey S.L., Iezzoni A.F. 2000: Polimorphic DNA markers in black cherry (*Prunus serotina*) are identified using sequences from sweet cherry, peach, and sour cherry. Journal of the American Society for Horticultural Science, 125(1): 76-80.

Ducci F. 2005: Monografia sul ciliegio selvatico *Prunus avium* L. CRA – Instituto Sperimentale per di Selvicoltura di Arezzo - Italia. str. 1-126.

Ducci F., Proietti R. 1997: Variabilitá alloenzimatica nel ciliegio selvatico (*Prunus avium* L.) in Italia. Annali dell'Istituto sperimentale per la selvicoltura, 25: 81-104.

Engler A. 1892: Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik. Berlin: Gebrüder Borntraeger. Str. 1-184.

Ferkl F. 1958: Trešne, višne a slatkovišne. Československe akademie. Praha, str. 1-257.

Finkeldey R. 1993: Die Bedeutung allelischer Profile für die Konservierung genetischer Ressourcen bei Waldbaumen, Göttingen, Forstgenet. Ber., 14: str. 176.

Fogle H.W. 1958: Juheritance of fruti color in sweet cherries (*Prunus avium* L.). J. H. Heredity, 49: 294-298.

Ford Y.Y., Taylor J.M., Blake P.S., Marks T.R. 2002: Gibberellin A(3) stimulates adventitions rooting of cuttings from cherry (*Prunus avium* L.). Plant growth regulation, 37(2): 127-133.

Franjić J. 1993: Morfometrijska analiza lista i ploda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Magistraski rad. Zagreb.

Franjić J. 1994a: Odnos dužine i širine plojke lista kao pokazatelj varijabilnosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) Simpozijum-Pevalek, Zagreb, str. 25-34.

Franjić, J. 1994b: Morphometric leaf analysis as on indicator of common oak (*Quercus robur* L.) variability in Croatia. Anali za šumarstvo. Zagreb, 19 (1): 1-32.

Franjić J. 1996: Multivarijantna analiza posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Zagreb.

Frascaria N., Santi F., Gonyon D.H. 1993: Genetic differentiation within and among populations of chestnnt (*Castanea sativa* Mill.) and wild cherry (*Prunus avium* L.). Heredity, 70: 634-641.

George JP, Konrad H., Collin E., Thevenet J., Ballian D., Idzojtic M., Kamm U., Zhelev P., Geburek T. 2015: High molecular diversity in the true service tree (*Sorbus domestica*) despite rareness: data from Europe with special reference to the Austrian occurrence. Annals of Bototany, 115(7): 1105–1115.

Gerlach H.K., Strosser R. 1997: Patterns of random amplified polimorphic DNAs for sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivar identification. Angewandante Botanic, 71 (5-6): 212-218.

Gerlach H.K., Strosser R. 1998: Chain reactions in fruticultivar identification with aid of DNA fingerprinting. Erwebsobtban, 40(4): 103-106.

Gerlach H.K., Strosser R., Yataas J. 1998: Sweet cherry cultivar identification using RAPD derived DNA finger prints. Acta Horticulturae, 468, 63-69.

Godoy J.A., Jordano P. 2001: Seed dispesal by animals: exact identification of source trees with endocarp DNA microsatellites. Molecular Ecology, 10(9): 2275-2283.

Gömöry D. 2004: Mutual links of demographic and genetic processes in a wild cherry population during the colonization. Biologia, 59(4):493-500.

Gömöry D., Paule L. 2001: Spatial structure and mating system in wild cherry (*Prunus avuim*) population. Biologia, 56 (1):117-123.

Granger A.R. 2004: Gene flow in cherry orchards. Theoretical and Applied Genetics, 108(3): 497-500.

Haeckel E.H.P.A. 1866: Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanische Begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenz-Theorie. Volume I: Allgemeine Anatomie der Organismen. Georg Reimer, Berlin, str. 1-574, volume II: Alllgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen. Georg Reimer, Berlin. Str. 1-462.

Hall A.V. 1988: A joint phenetic and cladisties approach for systematics. Botanical Journal of the Linnean Society,33(4):367-382.

Hampe A. 2003: Large-scale geographical trends in fruit traits of vertebrare-dispersed temperate plants. Journal of Biogeography, 30: 487-496.

Hampe A., Petit R., Ballian D., Slade D., Stoyanov S. 2003: Phylogeography of *Frangula alnus* (Rahmnaceae) in SE Europe. Third International Balkan Botanical Congress, Sarajevo. (poster – sažetak u zborniku).

Hedrick U.P. 1915: Cherries of New York. J. B. Lyon, Albany, NewYork-

Herman J. 1971: Šumarska dendrologija. "Stanbiro". Zagreb, str. 1-466.

Herrera C.M. 1995: Plant – vertebrate seed dispersal systems in the Mediterranean: ecological, evolutionary, and historical determinants. Annual Review of Ecology and Systematics, 26: 705– 727.

Herrera C.M. 2002: Seed dispersal by vertebrates. Plant–animal interactions: an evolutionary approach (ed. C.M. Herrera & O. Pellmyr), Blackwell. Oxford, UK, str. 185– 208.

Hieke K. 1989: Praktische dendrologie. Berlin, str. 187-219.

Hormaza J.I. 1999: Early selection in cherry combinig RAPDs with embryo culture. Scientia Horticulturae, 79(1-2): 121-126.

Hrynkiewicz-Sudnik J. 1972: Studia nad razmiescszeniem i zmienoscia ceresni ptasiej (*C. avium* (L.) Moench). Acta Universitatis Wratislaviensis, str. 1-149.

Idžojtić M. 2013: Dendrologija – cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Str. 1-671.

Iezzoni A.F., Hacock A.H. Hampson C.R., Anderson R.L., Perry R.L., Webester A.D. 1996: Chloroplast DNA variation in sour cherry. Acta Horticulturae, 410: 115-120.

Jacob F., Monod J. 1961: Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. Jurnal of Molecular biology, 3: 318-356.

Janick J. 2011: Origin and Dissemination od Prunus Crops: Peach, Chery, Apricot, Plum and Almond. The American Pomological Society. John Wiley & Sons, Inc. From Horticultural Reviews. Scripta Horticulturae, 11: 241.

Johansson A.K., Kuusisto P.H., Laakso P.H., Derome K.K., Sepponen P.J., Katajisto J.K., Kallio H.P. 1997: Geographical variations in seed oils from Rubus chamaemorus and Empetrum nigrum. Phytochemistry, 44: 1421–1427.

Jordano P. 1995: Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: a comparative analysis of adaptation and constraints in plant– animal interactions. American Naturalist, 145: 163– 191.

Jordano P., Godoy J. A. 2000: RAPD variation and population genetic structure in *Prunus mahaleb* (*Rosaceae*), an animal-dispersed. Molecular Ecology 9(9):1293-30

J**ovanović B. 1956:** Dendrologija sa osnovama fitocenologije. Skripta, Beograd. Str. 1-495.

Jovanović B. 1971: Dendrologija sa osnovama fitocenologije. Beograd. Str. 1-579.

Jovanović B. 1972: *Prunus* L. in M. Josifović (ed): Flora Srbije, IV: 198.

Jovanović B. 2000: Dendrologija. Univerzitetska štampa, Beograd. Str. 1-536.

Jovković R., 1999: Potencijalna vrednost trešnje vrapčare (*Prunus avium* L.) u proizvodnji biološko visoko vredne hrane. Magistraska teza. Šumarski fakultet. Beograd.

Kavaliuskas D., Fussi B., Aravanopoulos F.A., Alizoti P., Ballian D.,Tourvas N., Božič G., Barbas E., Westergren M., Bajc M., Damjanič R., Kraigher H. 2020: Guidelines for genetic monitoring of Wild cherry (*Punus avium* (L.) L.). Silva Slovenica Publishing center Ljubljana, str. 1-20.

Kleinschmit J., Stephan R., Wagner I. 2000: Conservation of genetic resources of wild fruit trees (*Prunus avium, Malus sylvestris* and *Pyrus pyraster*). International Plant Genetic Resources Institute 2000. www.ipgri.cgiar.org

Kočiová M. 1974: Dedivosť plodov jedle bielej (Abies alba Mill.) na Slovensku. Časopis slezskėho muzea – Acta musei silesiae series dendrologia 23: 171-179.

Koehne E. 1913: Prunus. In: Sargent, C.S. (ed.), Plantae Wilsonianae, vol. 1, 196–282

Kolesnikova A.F. 1975: Breeding and some biological characteristics of sour cherry in central Russia (in Russian). Priokskogo Izd-vo, Orel, U.S.S.R., str. 1-328.

Kollmann J., Pflugshaupt K. 2001: Flower and fruit characteristics in small and isolated populations of a fleshy-fruited shrub. Plant Biology, 3: 62– 71.

Konnert M. 1996: Genetische variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Bayern. Mittelungen der Landensanstalt fur Wald und Forstwirtschaft Gotha, 11: 71-81.

Kornerup A., Wanscher J.H. 1961: Taschenlexicon der Farben, Muster-Schmidt Verlag – Zurich –Gottingen. Str. 1-222.

Kramer P.B. 1984: Böume. Mozaik verlag, München, str. 1- 288.

Krstinić A. 1969: Prilog proučavanju nasljeđivanja oblika debla kod stablastih vrba. Zagreb, Šumarski list, 1-2.

Krstinić A. 1975: Varijabilnost bujnosti rasta i pripravnosti debla hibrida bijele vrbe (*Salix alba* L.) i krhke vrbe (*Salix fragilis* L.). Disertacija, Zagreb.

Krstinić A. 1976: Phenotypic stability of *Salix alba*, *Salix fragilis* and their hybrids. Oslo, XVI IUFRO World-Congress. sažetak

Krüssmann, G. 1978: Handbuch der Nadelgeholze, Bd III – 2. Auflage, verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 18-19.

Lapčević D. 1923: Naša stara poljoprivredna kultura. Beograd. Izdanje sveslovenske knjižarnice M.J.Stefanovića i Druga, Beograd; str. 1-102.

Lauber K., Wagner G. 1996: Flora Helverica. 2. Auflage, verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart.Wien. Str. 1-1614.

Leinemann L., Bendixen E., Kownatzki D., Hattemer H.H., Liepe R., Stenger G. 2002: Genetic studies in trees and shrubs for ladscape propagation with emphasis on production and certification of reproductive material. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 173(7-8): 146-152.

Levi A., Rawland L.J., Hartung J.S. 1993: Production of reliable randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers from DNA of woody plants. Horticulture Science, 28(12): 1188-1190.

Linnaeus C. 1753: Species Plantarum, Exhibentes plantas rite cognitas ad genera relatas. Tomus I, Laurentius Salvius, Stockholm, vol. I.Str. 1-561.

Little E.L. 1998: Trees-Western region.National Audubon Society. Knopf, New York. Str.1-639.

Long C.M., Mulinix C.A., Iezzoni A.F. 1994: Production of a microspore-derived callus population from sweet cherry. Hortscience, 29(11): 1346-1348.

Lord J. 1999: Fleshy-fruitedness in the New Zealand Flora. Journal of Biogeography, 26: 1249 – 1253.

Lowe A., Haris S., Ashton P. 2004: Ecological Genetics: Design, Analysis and application. Blackwell Publishing, str. 1-326.

Malusa E. 1993: Molecular biology in philogenetic studies. Evolution and development of cherry species. Rivista di Frutticulture e di Ortofloricultura, 55(5): 110-112.

Malusa E., Marschesini A. 1993: A new method to study the genetic variation of vegetals for breeding purposes. Note i: study on *Prunus*. Fitoterapia 64(5): 427-432.

Malusa E., Sansavini S. 1993: Investigation on the interspecific relations of cherry species by means of restriction fragment length polymorphism (RELP) of chloroplast DNA. Agro Bio Frut, str. 203-208.

Malusa E., Sansavini S. 1995: Phylogenetic analysis of *Prunus* species with RAPDs. Agro Bio Frut, str. 145-149.

Maly K. 1904: Plodovi i sjemenke iz predhistoričke sojenice u Donjoj Dolini. Glasnik Zemaljskog Muzeja u Sarajevu. Str. 487-492.

Marjanović D., Međedović S., Čaušević A., Hadžiselimović R. 2000: Mikropopulacija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u kulturi *in vitro*. Radovi šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 1: 35-42.

Meier–Dunkel A., Svolba J., Kleinschmit J. 1997: Selektierte, mikrovermehrte Vogelkirschen-Klone. Allg. Forstz./Der Wald 52:963-964.

Mijakuško T.J., Mijakuško V.K. 1971: Pro formovu rizno manitnist dikorasloj čerešni (*Cerasus avium* Moench) na Ukrajini. Ukrinski botanički žurnal, 28(3) 15-21.

Mikić T. 1991: Primena metoda oplemenjivanja u podizanju intenzivnih kultura šumskog drveća u cilju povećanja drvne mase sa kratkim produkcionim periodom, Šumarski fakultet Sarajevo, Godišnji izvještaj str. 7-14.

Mikić T. 2008: Analiza morfoloških parametara lista divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet u Banja Luci. Doktorska disertacija.

Mikić T., Ballian D., Orlović S. 2004: Varijabilnost plodova i semena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) sa područja Bosne i Hercegovine. III Kongres genetičara Srbije. Zbornik radova. Subotica, str. 145.

Milanković M., 1948: Astronomska teorija klimatskih promena i njena primena u geofizici. Naučna knjiga. Beograd. Str. 1-159.

Millar C.I., Lybby W.J. 1991: Strategies for conserving clinal, ecotypic and disjunct population diversity in widespread species. In: Falk D.A., Holsinger K.E., (ed.): Genetics Conservation of Rare Plants, Oxford Univesity Press, New York, str. 149-170.

Mišić P. 1987: Opšte oplemenjivanje voćaka. Nolit. Beograd, str. 1-270.

Mratinić E., Rakonjac V., Fotirić Akšić M. 2015: Wild (Bird) Cherry (*Prunus avium* L.) in Natural Population of Serbia. LAP Lambert Academic Publishing. Str. 165.

Müller–Starck G. 1991: Genetic processes in seed orchads. In: Giertych M., Matyas C. (ed): Genetics of Scots Pine. Elsevier, Amsterdam. Str. 147-162.

Muona O., harju A., Karkkainen K. 1988: Genetic comparison of natural and nursery grown seedlings of Pinus silvestris using allozymes. Scandinavian Journal of Forest Research, 3: 37-46.

Ninkovski, I., 1998: Trešnja. "Nauka i praksa" Beograd, str. 151.

Oreščanin D. 1995: Kriza na tržištu rezane građe četinara. Revija "Šume". Str. 34-35.

Oreščanin D. 1998: Bukovina i dalje najtraženija. Revija "Šume". Str. 4-5.

Orlović S. 1996: Proučavanje varijabiliteta svojstva crnih topola značajnih za unapredjenje selekcije na bujnost. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet. Beograd.

Panda S., Martin J.P., Aguinadaide I. 2003: Chloroplast DNA study in sweet cherry cultivary (*Prunus avium* L.) using PCR-RFLP method. Genetic Resources and Crop Evolution 50(5): 489-495.

Pandey K.K. 1967: Origin of genetic variability: combination of peroxidase isoenymes determine multiple allelism of the S-gene. Nature, 213: 669-672.

Pashkoulov D.T., Tobutt K.R., Bošković R. 2000: Comparasion of isoenzymes in *Prunus avium* separated by two different electrophoretic techniques. Plant Breeding, 119(2): 153-156.

Pejkić B. 1980: Oplemenjivanje voćaka i vinove loze. Naučna knjiga. Beograd, str. 1-486.

Petit RJ., Brewer S., Bordacs S., Burg K., Cheddadi R., Coart E., Cottrell J., Csaikl U.M., van Dam B.C., Deans J,D., Fineschi S., Finkeldey R., Glaz I., Goicoechea P.G., Jensen J.S., König A.O., Lowe A.J., Madsen S.F., Mátyás G., Munro R.C., Popescu F., Slade D., Tabbener H., de Vries S.M.G., Ziegenhagen B., de Beaulieu J.L., Kremer A. 2002: Identification of refugia and postglacial colonization routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. Forest Ecology and Management, 156: 49-74.

Piagnani C., Iacona C., Intrieri M.C., Muleo R. 2002: A new somaclone of Prunus avium shows diverse growth pattern under different spectral quality of radiation. Biologia Plantarum, 45(1): 11-17.

Pignatti S. 1982: Flora of Italy (Flora d Italia) 3 vol.: str. 1-2302.

Pintarić K. 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Udružene šumarskih tehničara i inženjera Federacija BiH. Sarajevo, str. 1-222.

Preston R., 1976: North American Trees 3 d Edition. The Iowa State University. Press/Ames, Iowa, str. 256-258.

Rakonjac, V., 1993: Genetska varijabilnost populacije trešnje (*Prunus avium* L.) Kraljevačkog regiona. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet. Beograd.

Regent B. 1980: Šumsko sjemenarstvo. Jugoslovenski poljoprivredi šumarski centar. Beograd, str. 1-201.

Rehder A. 1954. Manual of cultivated trees and shrubs. 2nd and Mamillan CO. New York, 1-996.

Rieger M. 2002: Encyclopedia Fruit Crops, New York. www.uga.edu./fruit/cherry.htm#botanical.

Rushforth K., 1999: Trees. In C. Brickell (Ed.): New Encyclopedia of Plants and Flowers. London, str. 60-111.

Russell K. 2003: EUFORGEN tehnical Guidelines for genetic consevation and use for wild cherry (*Prunus avium*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome. Italy. Str. 1-6.

Santi F., Lemoine M. 1990: Genetic markers for *Prunus avium* L., inhertiance and linkage of isozyme loci. Annals of Forest Science, 47: 131-139.

Schneler S., Tusch A., Schuster M., Ziegenhagen B. 2003: Characterization of microsatellites in wild and sweet cherry (*Prunus avium* L.) - markers for individual identification and reproductive processes. Genome, 46(1): 95-102.

Serrano B., Gomez-Aparisi J., Hormoza J.I. 2002: Molecular fingerprinting of *Prunus* rootstocks using SSRs. Journal of Horticular Science i Biotechnology, 77(3): 368-372.

Sinnott E. W. 1935: Botany. Principles and Problems, 3d edition. *New* York/London, McGraw-Hill Book Comp. Str. 1-525.

Solovieva M.A. 1978: Method of storing fruit seed and determing their storage quality. Vsesoyuzni ordena Lenina Institut rastenievodstva imeni N. I. Vavilova, 77, 64-65.

Sosnovskij D.I., Dilevskaja I.V. 1933: K poznanju form dikorastuščej čerešni v Zakavkazje. Tr. Tifl. in-ta, t.1.

Stanković D. 1981: Trešnja i višnja. Nolit. Beograd, str. 1-180.

Stefanović V.; Beus V.; Burlica Č.; Dizdarević H., Vukorep I. 1983: Ekološko vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja: br. 17, Sarajevo, pp. 1-51.

Stockinger E.J., Mulinix C.A., Long C.M., Brettin T.S., Iezzoni A.F. 1996: A linkage map of sweet cherry based on RAPD analysis of a microspore-derived callus culture population. Journal of Heredity, 87 (3):214-218.

Struss D., Boritzki M., Glozer K., Southwick S.M. 2001: Detection of genetic diversity among populations of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by AFLPs. Journal of Horticultural Science i Biotechnology, 76(3): 362-367.

Struss D., Boritzki M., Karle R., Iezzoni A.F. 2002: Microsatellite markers differentiate eight Giessen cherry rootstocks. Hortscience, 37(1): 191-193.

Su H., Qu L.J., He K., Zhang Z., Wang J., Chen Z., Gu H. 2003: The Great Wall of China: a physical barrier to gene flow. Heredity, 90(3): 212-219.

Szabó Z., Felhosné Váczi E., Csoma E., Kun Z., Nyéki J. 1996: Morphological characteristics of the flowers of some sour and sweet cherry varieties. Acta Horticulture, 410:127-132

Tajder M., Herak M. 1966: Petrografija i geologija. "Školska knjiga". Zagreb, str. 1-399.

Takhtajan A.L. 1967: Sistema i filogeniia tsvetkovykh rastenii (Systema et Phylogenia Magnoliophytorum). Soviet Science Press, Leningrad & Nauka, Moscow. Str. 1- 611.

Takhtajan A.L. 1997: Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York. Str. 1-643.

Tavaud M., Zanetto A., David J.L. Laigret F., Dirlewanger E. 2004: Genetic relatioships between diploid and allotetraploid cherry species (*Prunus avium*, *Prunus x gondouinii* and *Prunus cerasus*). Heredity, 93(6): 631-638.

Treutter D., Feucht W. 1985: Art und klonspezifische Polyphenolmuster des Phloems von *Prunus avium* und *P. cerasus*. Mitt. Klosterneuburg, 35: 256-260.

Trinajstić I. 1989: 1. Morfološka i morfometrijska analiza varijabilnosti lužnjaka unutar jednog stabla. 2. Izrada modela za analizu morfološke varijabilnosti. In: Vidaković, M. (red). Oplemenjivanje hrasta lužnjaka. Izvještaj o znanstveno istraživačkom radu u 1988. godini. Zagreb.

Trinajstić I., Franjić J., 1993: Listovi kratkog plodnog izbojka osnova za morfometrijsku analizu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*). Zbornik radova-rezultat petogodišnje suradnje Šumarskog fakulteta i Šumarskog instituta sa J. P. "Hrvatske šume". Zagreb, izvještaj.

Tucović A. 1990: Genetika sa oplemenjvanjem biljaka IDP "Naučna knjiga". Beograd, str. 1-596.

Tucović A., Marković Lj., Vlačić V. 1972: Prvi rezultati ranih provenijeničnih testova oraha (*Juglans regia* L.) u Jugoslaviji. Genetika, 4(2): 229-244.

Tzedakis P.C., Lawson I.T., Frogley M.R., Hewitt G.M., Preece R.C. 2002: Buffered tree population changes in a quaternary refugium: evolutionary implications. Science, 297: 2044-2047.

Usčuplić M., 1996: Patologija šumskog i ukrasnog drveća. Šumarski fakultet. Sarajevo, str 1-366.

Vaughan S.P., Russell K. 2004: Characterization of novel microsatelites and development of multiplex PCR for large-scale population studies in wild cherry *Prunus avium*. Molecular Ecology Notes, 4(3): 429-431.

Vidaković M., Gračan J. 2001: Očuvanje genofonda obične jele, ed. Obična jela u Hrvatsjih, Zagreb. 346-347.

Vidaković M., Krstinić A. 1985: Genetika i oplemenjivanje drveća. Sveučilišna naklada Liber. Zagreb, str. 1-505.

Vulf E.V. 1960: Flora Krima. Državna izdavačka kuća, str. 1-312.

Wang B.C., Smith T.B. 2002: Closing the seed dispersal loop. Trends in Ecology i Evolution, 17(8): 379-385.

Watkins R. 1976: Cherry, pulms, peach, apriocot and almond. In, N. W. Simmonds (ed.). str..242-247.

Watkin W., Brown A.G. 1956: Genetic response to selection in cultivated plants: Gene frequencies in *Prunus avium*. Heredity, 10: 237-245.

Webb P.B., Berthelot S. 1836: Histoire Naturelle Des Iles Canaries. 2, 19. Béthune éditeur, Paris, str. 1-338.

Weiser F. 1996: Ergebnisse einer 33-jährigen Einzelbaum-Nachkommenschaftsprüfung nach freiem Abblühen von Vogelkirsche, *Prunus avium* L. var. *avium*. Silvae Genetica, 45:2 60-266.

Welk E., de Rigo D., Caudullo G. 2016: *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. EU comission, str. 140-141.

Welk E., de Rigo D., Caudullo G. 2021: *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. EU comission, str. 140-141.

Williams W. 1958: Department of Plant breesing. Report John Innes Horticultural Institution for 1955, str. 6-13.

Wright W.J. 1966: Breeding better timber varieties. In: Black walnut culture: 1st walnut symposium; 1966 August; Carbondale, IL. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. North Central Forest Experiment Station, str. 53-57.

Wunsch A., Hormaza J.I. 2004: Molecular evolution of genetic diversity and S-allele composition of local Spanich sweet cherry (*Prunus* avium L.) cultivars. Genetic Resources and Crop Evolution, 51(6): 635-641.

Zhou L.L., Kappel F., Hampson C., Wiersma P.A., Bakkeren G. 2002: Genetic analysis and discrimination of sweet cherry cultivas and selections using amplified fragment lenght polymorphism fingerprints. Journal of the American societi for Horticultural Science, 127(5): 786-792.

Ziehe M., Gregorius H.R., Glock H., Hattemer H.H. Herzog S. 1989: Gene resources and gene conservation in forest trees: General concept. In Scholc, F., Gregorius, H.r., Rudin, D. (ed): Genetics Effects of Air Pollutants in Forest Tree Populatins, Springer-Verlag, Berlin, str. 173-185.

Ziehe M., Gregorius H.R., Herzog S. 1995: Populationsgrosse, genetische Variation and Anpassung – Betrachtungen zu Risiken fur die forstliche Praxis bei der Bestandesebegrundung. Mitt. Forstl. Vers. Anstalt Rheinland-Pfalz 34: 180-201.

Žufa L. 1969: Varijabilnost i naslednost pravnosti stabala crne topole Srednjeg Podunavlja. Radovi instituta za topolarstvo. Novi Sad. 3: 1-197.

Žukovsky P.M. 1971: Cultivated plants and their relatives. Kalos, Lenjigrad, str. 1-751

10. SAŽETAK

MORFOLOŠKA VARIJABILNOST DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) je vrsta koja je prisutna u svim tipovima šuma, ali možda se najviše nalazi uz urbana područja. U razvoju civilizacije igrala je veoma važnu ulogu, ne samo zbog plodova već i zbog svoje specifične građe drva koje se lako obrađivalo.

U zemljopisnom pogledu divlja trešnja se rasprostire od sjeverne Afrike, južne Španjolske, centralne Italije i Balkana na jugu, do južnih dijelova Skandinavskog poluotoka na sjeveru. Na istoku je rasprostranjena po srednjoj Aziji, ali samo uz rijeke. Nalazimo je i u području sjeverozapadne Afrike, točnije u Maroku i na Atlaskom gorju u Alžiru (Russell 2003; Welk i sur. 2016, 2021).

Među brojnim vrstama koje imaju koštuničave plodove, divlja trešnja se ističe svojom privrednom vrijednošću, jer je već stoljećima važna kako u poljoprivredi tako i u šumarstvu zbog vrijednog i traženog drva. U poljoprivredi, odnosno voćarstvu, divlja trešnja je rodonačelnik velikog broja najznačajnijih sorti trešanja koje se uzgajaju širom svijeta. Inače, trešnja je jedna od najstarijih privredno iskorištavanih voćaka, jer već rimski filozof Plinije navodi da se na području Rimskog carstva koristilo šest sorti. Ona je već tada svojim prijatnim okusom i ranim sazrijevanjem plodova, ali i samim izgledom, skrenula pažnju čovjeka.

Divlja trešnja stoga ima mnogostruki i veoma veliki značaj za ljudsko društvo, a u zadnje vrijeme sve je značajnija s ekološkog motrišta. Njeni plodovi koriste se za ishranu ljudi, ptica i drugih životinja. Kao podloga za cijepljenje koriste se sijanci proizvedeni od formi divlje trešnje, glatke kore, sitnih, crnih, te slatkih ili gorkih plodova, koji kasno sazrijevaju. Zbog ranog i obilnog cvjetanja predstavlja odličnu pašu za pčele, a ima i estetsku vrijednost za hortikulturu. Čaj od trešnjinih peteljki koristi se kao diuretik i regulator krvnog pritiska, kao i antioksidant, te preventiva od stomačnih parazita. Forme divlje trešnje crnih plodova koji sadrže veću količinu antocijana imaju dijeto-

profilaktičko i dijeto-terapeutsko djelovanje korisno za vid. Trešnja je u nekim zemljama veoma cijenjena i sa estetskog motrišta, pa tako u Japanu predstavlja jednu od najomiljenijih ukrasnih vrsta. Proljetni praznik *Sakure* (naziv trešnje na japanskom jeziku) je u vrijeme kad trešnje cvjetaju, a proslavlja se uživanjem u ljepoti rascvjetalih trešanja, posebno selekcioniranih za tu priliku, s punim cvijetom. Inače, divlja trešnja se u Japanu uzgaja u više od stotinu sorti i varijeteta, koji se mogu vidjeti u gotovo svim parkovima i avenijama. Na taj način je trešnjin cvijet postao i simbol Japana.

U znanstvenim radovima s divljom trešnjom koji su provođeni još davne 1954. godine, proglašena je "drvetom budućnosti" (Bejdi 1954), ali je to brzo zaboravljeno. Tako se u Europi o divljoj trešnji znalo jako malo, a o njenoj poziciji u šumskim ekosustavima nije se dovoljno vodilo računa, iako je ključna za neke ekosustave jer im daje



Slika 72. Divlja trešnja u cvatu ne može ostati neprimijećena (foto: Dalibor Ballian)

stabilnost i vrijednost. Kako u Europi, tako se o divljoj trešnji kao šumskoj vrsti u šumama Bosne i Hercegovine nije poklanjala velika pažnja. Zakonom o šumama u periodu Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije stavljena je na listu voćkarica koje su pod zaštitom, odnosno bila je zabranjena njena sječa. Ipak, u poslijeratnom periodu od 1996-2000. godine u BiH su praktično posječena sva vrijedna stabla divlje trešnje koja su mogla poslužiti za izvoz, te je tako ozbiljno narušen njen genofond.

Kada je u pitanju hortikultura, divlja trešnja je veoma pogodna za podizanje drvoreda i parkovskih skupina. Također ima svoje mjesto i u krajobraznom šumarstvu, za poljozaštitne pojaseve, te gradske i prigradske šume jer, pored svoje dekorativnosti, ona je i medonosna i ljekovita vrsta, s jestivim plodovima, a daje traženu i veoma vrijednu drvnu masu.

Kada je u pitanju prinos drva, divlja trešnja se prema svojim biološkim svojstvima prirasta i prinosa svrstava u skupinu brzorastućih vrsta, s kratkom ophodnjom koja traje od 40-60 godina. Kao takva, divlja trešnja ima svoje mjesto u plantažnoj proizvodnji drva i biomase, dok su u tom slučaju plodovi nusprodukt koji stvara dodatni prihod. Nažalost, malo se radi na njenoj selekciji, po pitanju brzog rasta i prinosa plodova.

Ekološka pozicija trešnje u šumskim ekosustavima vrlo je značajna zbog svoje prilagodljivosti, jer je nalazimo od ravničarskih poplavnih šuma uz riječne tokove do područja visokoplaninske bukve, na granici šumske vegetacije. Ipak se najčešće javlja na rubovima šuma i na mjestima gdje se zadržavaju ptice koje su glavni prenosioci sjemena, a u čijim životima igra jako bitnu ulogu kao značajan izvor hrane.

Prva istraživanja varijabilnosti divlje trešnje u BiH započela su 1990. godine, kada je provedena primarna selekcija. Tada je sakupljen veoma vrijedan materijal i odgajano half-sib potomstvo od preko 200 familija (Mikić 1991) (Prilog I). Radovi su prekinuti usljed ratnih događanja u BiH, a podaci i dio proizvedenog potomstva su uništeni. Preostali dio proizvedenog potomstva je nakon rata iskorišten za hortikulturu.



Slika 73. Divlja trešnja kao dio prirodne cjeline (foto: Dalibor Ballian)

U poslijeratnom periodu nedostatak sredstava onemogućio je veće radove s divljom trešnjom, ali se pristupilo lokalnim istraživanjima morfoloških i genetičkih parametara (Ballian 2000, 2002 i 2004; Ballian i Čabaravdić 2007; Ballian i sur. 2012; Ballian i Mujagić-Pašić 2013).

Literaturni podaci o morfološkoj varijabilnosti divlje trešnje su vrlo oskudni te se mogu naći samo opšti podaci za određena svojstva, prije svega o listu, sjemenu, te nešto malo o cvijetu (Jovanović 1956, 1971, 2000; Brus 2004, 2008; Idžojtić 2013; Welk i sur. 2016, 2021; Kavaliuskas i sur. 2020), ali i o veličini ploda koja služe za taksonomiju divlje trešnje. Tako se za divlju trešnju sa sitnim plodovima, koji su u zrelom



stanju crne boje, kaže da je to varijetet *Prunus avium* var. *actiana* L. (Herman 1975), ili čista divlja trešnja. U susjednoj Srbiji su urađena dva magistarska rada koja su se bavila istraživanjem varijabilnosti divlje trešnje, ali su i ta istraživanja bila ograničena na relativno male lokalitete (Rakonjac 1993; Jovković 1999).

Kod nas je čest naziv za divlju trešnju - trešnja vrapčara, a što ne odgovara stvarnosti jer vrapci ne koriste plodove divlje trešnje za ishranu. Uglavnom plodove divlje trešnje za ishranu koriste krupnije ptice i sisari (golubovi, drozdovi, čvorci, šojke kao i mali sisari, lisice, medvjedi i divlje svinje). Poznato je iz prakse da su samo sjemenke koje su prošle kroz probavni sustav ptica ili drugih životinja sposobne za uspješno klijanje. Kod plodova koji opadnu, u mesnatom dijelu ploda dolazi do fermentacije šećera u alkohol, koji ubija klicu. Kako plodovi igraju značajnu ulogu u ishrani životinja, one su širioci divlje trešnje, a najveću ulogu u rasijavanju i širenju divlje trešnje imaju ptice, jer za kratko vrijeme dok je sjeme u fazi probavljanja mogu preletjeti velike razdaljine.

Istraživanja koja su provedena u Bosni i Hercegovini su pokazala veoma specifičnu varijabilnost, diferenciranost i nasljednost svojstava sjemena, te korelaciju svojstava divlje trešnje.

Morfološka svojstva sjemena divlje trešnje koja su proučavana pokazala su visoku individualnu varijabilnost. Od četiri proučavana svojstva najveću varijabilnost pokazala je duljina sjemena, a ocje-



Slika 74. Stara divlja trešnja kod Srebrenice (foto: Sulejman Sinanović)

na nasljednosti je najveća za isto svojstvo (h^2=0,84). Ostala svojstva dala su nešto niže vrijednosti varijabilnosti i nasljednosti. Minimalne vrijednosti duljine, širine, debljine i mase zrna sjemena govore nam da karakteriziraju "divlji tip" divlje trešnje, poznat kao sorta *Prunus avium* var. *actiana*. Analizirane korelacije ne pokazuju čvrstu međuovisnost, a najveća je korelacija između debljine i širine zrna. To ukazuje na to da postoje mnogi čimbenici koji utječu na određeno svojstvo iako nisu uključeni u raspon ovog istraživanja. Iz ovoga proizlazi da se samo multilateralne korelacije trebaju razmatrati i koristiti u daljnjim studijama. Istraživanja pokazuju da se populacija sastoji od brojnih hibridnih biljaka, F_1, F_2, F_3 i drugih generacija koje su proizvod hibridizacije s domaćim sortama trešnje. Ova činjenica pruža značajnu mogućnost selekcije u šumarstvu i agronomiji. Postojanje visoke varijabilnosti analiziranih svojstava otvara mogućnost korištenja divlje trešnje u šumskom uzgoju kao i u stvaranju sjemenske osnove (Ballian 2000).

Istraživana je morfološka varijabilnost cvijeta divlje trešnje u populacijama središnje Bosne. Za istraživanje su poslužila svojstva širine cvijeta, broj cvjetova u gronji, oblik i veličina latica, kao i boja cvijeta divlje trešnje, i to na nivou populacija, a tako i između populacija. Obuhvaćene su četiri populacije u središnjoj Bosni (Mrkovići, Dejčići, Ilijaš i Kakanj). Izmjera je izvršena na 3090 cvjetova sa 103 stabla. Širina cvjetova pokazuje statistički značajnu unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost. Unutarpopulacijska varijabilnost je uvjetovana heterozigotnošću divlje trešnje, kao i posljedicama prisutne

hibridizacije s pitomom trešnjom te pod utjecajem introgresije gena pitome trešnje u potomstvu daje veliku varijabilnost. Broj cvjetova u gronji pokazuje statistički značajnu razliku između stabala u populaciji, a također i između populacija. Razlike u nadmorskoj visini između populacija vrlo vjerojatno utječu na širinu cvijeta. Iz tog razloga bi se ovo svojstvo moglo koristiti i za određivanje ekološke pripadnosti populacija. Za svojstvo broja cvjetova u gronji nije se mogao donijeti takav zaključak. Svojstvo oblika i veličine kruničnih listića na osnovu grafičkog prikaza ukazuje na postojanje individualne varijabilnosti, tako da se u svim populacijama na osnovu tih svojstava mogu izdvojiti četiri forme divlje trešnje. Na temelju svojstva boje kruničnih listića divlju trešnju možemo razvrstati u dvije skupine, skupinu bijelih i skupinu svijetloružičastih kruničnih listića (Ballian 2002).

Usporednom statističkom korelacijskom analizom nekih svojstava pupova, cvijeta i sjemena pokušali smo utvrditi stupanj povezanosti ovih svojstava. Ovim istraživanjem se željela utvrditi međuzavisnost između duljine i debljine cvjetnih pupova, s jedne strane, duljine i širine cvijeta i broja cvjetova u gronji s druge strane, te duljine, širine i debljine sjemena s treće strane. Dobiveni rezultati nam omogućavaju da napravimo procjenu obilnosti cvjetanja, te procjenu veličine sjemena a na temelju toga i ploda, što može igrati veliku ulogu kod podizanja sjemenskih plantaža ili kod selekcije divljih trešanja na svojstvo proizvodnosti ploda. Sva istraživana svojstva pokazuju veliku individualnu unutarpopulacijsku varijabilnost, što je svojstveno svim vrstama šumskog drveća iz područja centralnih Dinarida. Od korelacijskih veza najveću međuzavisnost pokazuje odnos debljine i širine sjemena, dok kod ostalih korelacijskih veza mnogi neobuhvaćeni čimbenici imaju velikog udjela u tim vezama. U populacijama divlje trešnje veliko je učešće stabala koja su nastala spontanom hibridizacijom sa sortama pitome trešnje. Tako u populacijama nalazimo stabla F_1, F_2, F_3 i drugih generacija, što daje veliku varijabilnost populaciji za istraživana svojstva, te za neka svojstva otežava procjenu. Dobivene veličine mogu poslužiti kao temelj za jednu sveobuhvatnu procjenu varijabilnosti analiziranih svojstava, što ukazuje na mogućnost njenog korištenja pri izvođenju šumsko-uzgojnih radova, kao i za osnivanje sjemenskih

baza. Dobivene korelacije mogu poslužiti za procjenu cvjetanja i veličine sjemena u narednom vegetacijskom periodu, na temelju poznate veličine pupova. Primijenjena metoda daje dobru sliku morfološke strukture populacije, na temelju koje se mogu preporučiti potrebne mjere za održavanje genetičkih resursa u istraživanim populacijama, za razliku od rezultata koji se dobiju standardnim analizama varijanse (Ballian i Čabaravdić 2007).

U preliminarnim istraživanjima morfoloških svojstava ploda, sjemena, peteljki ploda, i lista divlje trešnje u Bosni i Hercegovini za analizu je sakupljen materijal u jedanaest prirodnih populacija. Cilj istraživanja je bio odrediti stupanj unutar- i međupopulacijske varijabilnosti zbog radova na očuvanju genofonda divlje trešnje i njene konzervacije. Varijabilnost je analizirana uporabom deskriptivnih statističkih parametara, srednje veličine, standardne devijacije, i varijacijskog koeficijenta, kao i neparametrijske i multivarijantne klaster analize. Analizom 16 morfoloških svojstava utvrdili smo postojanje statistički značajnih razlika između istraživanih populacija za svako svojstvo. Dobivena varijabilnost pokazuje diskontinuiranost. Klaster analiza na temelju Euklidovih potpunih udaljenosti povezivanja je pokazala da populacija Sanski Most svojom strukturom ukazuje na alohtono podrijetlo. Primijenjena metoda daje dobru sliku morfološke strukture populacija, a dobiveni rezultati mogu da preporuče potrebne mjere za održavanje genetičkih resursa metodama konzervacije *in situ* i *ex situ*.

Morfološka varijabilnost ploda i sjemena divlje trešnje u dijelu njenog prirodnog rasprostranjenja u Bosni i Hercegovini istraživana je za 12 prirodnih populacija. U radu se govori o morfološkoj varijabilnosti ploda i sjemena divlje trešnje. Ukupno je sabrano 2926 plodova, a proučavana su sljedeća svojstva: duljina ploda, širina ploda, debljina ploda, duljina sjemena, širina sjemena i debljina sjemena. Diskriminantnom analizom po skupinama formiranim prema klasama nadmorske visine i ekološko-vegetacijske zone utvrđeno je da nema odvajanja unutar proučavanih populacija, što implicira mogućnost korištenja sjemenskog i sadnog materijala s različitih nadmorskih visina i ekološko-vegetacijskih zona unutar proučavanog područja (Ballian i Mujagić-Pašić 2013).

Istraživanje diferencijacije populacija divlje trešnje u Bosni i Hercegovini je obimno provedeno na 22 prirodne populacije. Korištena je metodologija uzorkovanja prema Franjiću (1993,1994a, 1994b, 1996). Mjerene su sljedeće karakteristike ploda: duljina ploda, širina ploda, debljina ploda, duljina sjemena, širina sjemena, debljina sjemena, duljina peteljke i širina peteljke, te karakteristike lista: duljina peteljke, duljina plojke lista, udaljenost od baze plojke do najšireg dijela plojke, širina plojke, kut insercije nerva lista, broj zubaca lista na duljini od 2 cm, širina lista na 1 cm od vrha i širina lista na 1 cm od baze lista. Proveli smo sljedeće statističke analize: deskriptivnu statistiku, analizu varijance, regresijsku analizu i kanoničku diskriminantnu analizu. Dobiveni rezultati pokazali su visoku razinu unutarpopulacijske, kao i međupopulacijske, morfološke varijabilnosti u istraživanim prirodnim populacijama divlje trešnje. Diferencijacija populacija bila je niža od očekivane. Dobivena varijabilnost na intrapopulacijskoj, odnosno individualnoj razini može se povezati s vrlo složenim mehanizmima oplodnje divlje trešnje, prije svega s aktivnošću većeg broja višestrukih S-alela koji su ključni čimbenik u smanjenju diferencijacije unutar populacije. Oprašivanje kukcima (entomofilija) ukazuje na vrlo brz protok gena između populacija, što pridonosi ukupnoj niskoj razini diferencijacije. Godišnje širenje sjemena pticama na velike udaljenosti, što rezultira brzom razmjenom gena, ključni je čimbenik niske međupopulacijske diferencijacije. Na temelju analize istraživanih morfoloških obilježja ni po kojoj osnovi nismo mogli utvrditi diferencijaciju populacija divlje trešnje u zadanim ekološkim uvjetima. Osim složenog i brzog protoka gena, ovakvi rezultati mogli bi biti posljedica kasne kolonizacije ovih područja, filogenetske mladosti i brzog širenja vrste te, konačno, snažnog antropogenog i zoogenog utjecaja. Što se tiče reakcije tla (pH), populacije divlje trešnje na kiselom tlu nisu pokazale nikakvu razliku u odnosu na populacije u vapnencu. Rezultirajuće visoke vrijednosti regresijskog koeficijenta u ovom istraživanju mogu poslužiti za procjenu vrijednosti nekih značajki i karakteristika bez njihovog mjerenja. Analizom su dobivene statistički značajne razlike između ispitivanih populacija. Diferencijacija u prirodnim populacijama divlje trešnje bila je vrlo niska i identifici-

rana samo u karakteristikama dimenzija ploda. Primijenjene metode daju dobru sliku morfološke strukture populacija, na temelju koje se mogu preporučiti odgovarajuće mjere za održavanje genetskih resursa u istraživanim populacijama.

Na temelju navedenih rezultata i dobivenih saznanja o varijabilnosti divlje trešnje u Bosni i Hercegovini mogu se izraditi planovi regeneracije ove vrste, kao i *in situ* i *ex situ* planovi očuvanja genetske raznolikosti.

Kako raspolažemo samo populacijama male brojnosti ili pojedinačnim stablima, te lošim i rijetkim rasporedom, potrebno je propisati čitav niz uzgojnih mjera da se popravi stanje na terenu. Ovo je posebno značajno za neke od naših populacija sa većih nadmorskih visina. Inače, za prilagodbu i održanje neke populacije *in situ* mora se uzeti u obzir i činjenica da opstanak ovisi i o osnovnim životnim čimbenicima te o jedinki, koja je nosilac genetičkog resursa, tj. o njezinoj sposobnosti da genetički resurs prenese na sljedeću generaciju (vitalitet, plodonošenje, otpornost itd.). Stoga je potrebno pored poznavanja varijabilnosti dobivene uz pomoć korištenih biljega, da poznajemo i osnovne ekološke čimbenike koji vladaju na tim staništima.

11. SUMMARY

MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF WILD CHERRY (*Prunus avium* L.) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Wild cherry (*Prunus avium* L.) is found in almost all types of forests in Bosnia and Herzegovina but is perhaps most commonly found near urban areas. It is little known that it played a very important role in the development of civilization, not only because of its fruit but also because of its specific wood structure, which was easy to work with.

Geographically, the wild cherry tree ranges from North Africa, southern Spain, central Italy, and the Balkans in the south to the southern parts of the Scandinavian Peninsula in the north. In the east, it is widespread throughout Central Asia but only along rivers. It is also present in northwest Africa, specifically in Morocco and the Atlas Mountains in Algeria (Russell 2003; Welk et al. 2016, 2021).

Among the numerous species that have stone fruits, the wild cherry stands out for its economic value, because it has been important for centuries in both agriculture and forestry due to its valuable wood. In agriculture, the wild cherry is the progenitor of a large number of the most important cherry varieties that are grown all over the world. The cherry is one of the oldest commercially exploited fruit trees. The Roman philosopher Pliny already states that six varieties were used in the Roman Empire. Even then, wild cherry attracted people's attention with its pleasant taste, early ripening of the fruit, and appearance.

Wild cherry therefore has many and very great importance for human society, and recently it has become increasingly important from an ecological point of view. Its fruits are used for human, birds, and other animals nutrition. Seedlings produced from forms of wild cherry, smooth-skinned, small, black, and sweet or bitter fruits, which ripen late, are used as a grafting substrate. Due to its early and abundant flowering, it is an excellent pasture for bees, but it also has aesthetic value for horticulture. Tea made from cherry petioles is used as a diuretic and blood pressure regulator, as well as an antioxidant

and a preventative against stomach parasites. Forms of wild cherry with black fruits that contain a higher amount of anthocyanins have a diet-prophylactic and diet-therapeutic effect beneficial for vision. The cherry tree is also highly valued from an aesthetic point of view in some countries. In Japan, it is one of the most popular ornamental species. When the cherry blossoms bloom there, it is called the spring festival of Sakura (the name of the cherry tree in Japanese), and it is celebrated by enjoying the beauty of the cherry blossoms, specially selected for the occasion, with full bloom. The wild cherry tree is grown in more than a hundred varieties, which can be seen in all Japanese parks and avenues. In this way, the cherry blossom has become a symbol of Japan.

In scientific studies conducted with wild cherry as far back as 1954 it was declared the "tree of the future" (Bejdi 1954), but this was quickly forgotten. Thus, in Europe, very little was known about the wild cherry and its position in forest ecosystems although it is crucial for some ecosystems because it gives them stability and value. Wild cherry as a forest species in the forests of Bosnia and Herzegovina was not given much attention. The Forest Law during the Socialist Federal Republic of Yugoslavia placed it on the list of fruit trees under protection, meaning that its felling was prohibited. However, in the period after the aggression on Bosnia and Herzegovina, from 1996-2000, practically all valuable wild cherry trees in Bosnia and Herzegovina were cut down and exported. Thus, through unscrupulous and unprofessional businesses for small profits, the wild cherry gene pool was seriously damaged.

Regarding horticulture, the wild cherry is very suitable for creating tree avenues and park groups. It also has its place in landscape forestry, agricultural protection belts, and urban and suburban forests because, in addition to its decorativeness, it is also a honey-bearing and medicinal species, with edible fruits, and provides sought-after and very valuable wood mass.

When it comes to wood yield, wild cherry, according to its biological characteristics of growth and yield, is classified as a fast-growing species, with a short rotation period lasting 40-60 years, and

has its place in the plantation production of wood and biomass. In this case, the fruits are a by-product that creates additional income. Unfortunately, little work is being done on mass and individual selection for fast growth and fruit yield.

The ecological position of the wild cherry in forest ecosystems is very significant due to its adaptability, as it is found from lowland floodplain forests along river courses to high mountain beech areas, on the border of forest vegetation. However, it most often occurs on the edges of forests and in places where birds, which are the main carriers of seeds, stay. Wild cherry plays an important role in the life of birds, as a significant food source.

The first research into the variability of wild cherry in Bosnia and Herzegovina began in 1990 when primary selection was carried out. At that time, valuable seed material was collected. Half-sib offspring from over 200 families were raised (Mikić 1991) (Appendix I). The



Slika 75. Divlja trešnja kao dio ekosistema/ Wild cherry as a part of ecosystem (foto: Dalibor Ballian)

work was interrupted due to the war in Bosnia and Herzegovina, and the data and part of the produced offspring were destroyed. A part of produced offspring was used for horticulture after the war.

In the post-war period, lack of funds prevented major work with wild cherry, but local research on morphological and genetic parameters was undertaken (Ballian 2000, 2002 and 2004; Ballian and Čabaravdić 2007; Ballian et al. 2012; Ballian and Mujagić-Pašić 2013).

The literature data on the morphological variability of wild cherry are very scarce. Only general data can be found for certain properties, primarily on the leaf, seed, and flower (Jovanović 1956, 1971, 2000; Brus 2004, 2008; Idžojtić 2013; Welk et al. 2016, 2021; Kavaliuskas et al. 2020), but also the size of the fruit, which is used for the taxonomy of wild cherry. Thus, wild cherry with small fruits, which are black when ripe, is *Prunus avium* var. *actiana* L. (Herman 1975), or pure wild cherry. In neighboring Serbia, two master's theses dealt with research into the variability of wild cherry, but these studies were also limited to relatively small localities (Rakonjac 1993, Jovković 1999).

In our country, a common name for wild cherry is sparrow cherry, although sparrows do not use wild cherry fruits for food. Wild cherry fruits are mainly used for food by larger birds and mammals (pigeons, thrushes, starlings, jays, small mammals, foxes, bears, and wild boars). It is known from practice that only fruits that have passed through the digestive system of birds or other animals are capable of successful germination. In fruits that fall, the sugar in the fleshy part of the fruit ferments into alcohol, which kills the germ. Since the fruits play a significant role in the diet of animals, they are the spreaders of wild cherry. However, birds play the greatest role in dispersal and spread because, in a short time, while the seeds are in the digestion phase, they can fly great distances.

Research conducted on seed traits of wild cherry in Bosnia and Herzegovina has shown specific variability, differentiation, and heritability of seed traits, as well as correlation of traits.

The researched morphological characteristics of wild cherry seeds showed high individual variability. Seed length showed the greatest

variability of the four studied traits, and the heritability for this trait was the highest (h2=0.84). Other characteristics gave slightly lower values. The minimum values of length, width, thickness, and mass of seed characterize the "wild type" of wild cherry, known as the variety *Prunus avium* var. *actiana*. The analyzed correlations do not show a strong interdependence, and the highest correlation was between the thickness and width of the seed. This indicates that many factors influence a particular trait, although they are not included in the scope of this study. It follows from this that only multilateral correlations should be considered and used in further studies. Research shows that the population consists of numerous hybrid plants, F_1, F_2, F_3, and other generations that are the product of hybridization with domestic cherry varieties. This fact provides a significant selection opportunity in forestry and agronomy. High variability in the analyzed traits opens the possibility of using wild cherry in silviculture and creating a seed base (Ballian 2000).

The morphological variability of wild cherry flowers in populations of central Bosnia was investigated. The research used the characteristics of flower width, number of flowers in a cluster, shape and size of petals, as well as the color of wild cherry flowers, at the population level, and also among populations. Four populations in central Bosnia were included (Mrkovići, Dejčići, Ilijaš and Kakanj). The measurement was performed on 3090 flowers from 103 trees. The width of the flowers shows statistically significant intra-population and inter-population variability. Intra-population variability is conditioned by the heterozygosity of the wild cherry, as well as the consequences of the present hybridization with the domestic cherry, and under the influence of introgression of the domestic cherry gene in the offspring. The number of flowers in the cluster shows a statistically significant difference among the trees in the population, and also among the populations. Differences in altitude among the populations very likely affect the width of the flower. For this reason, this property could also be used to determine the ecological affiliation of the populations. The number of flowers in a cluster can not be used for the ecological affiliation of populations. The shape and size of the corolla petals,

based on the graphic representation, indicate the existence of individual variability. Four forms of wild cherry can be distinguished based on these characteristics in all populations. Based on the color of the corolla petals, wild cherry can be classified into a group with white petals and a group with light pink petals (Ballian 2002).



Slika 76. Cvijet divlje trešnje/ Wild cherry blossom (foto: Dalibor Ballian)

By comparative statistical correlation analysis of some properties of buds, flowers, and seeds, we attempted to determine the degree of correlation between these properties. With this research, we wanted to determine the interdependence between the length and thickness of flower buds, on the one hand, and the flower length, flower width, and the number of flowers in the cluster on the other hand, and the length, width, and thickness of the seeds on the third hand. The results obtained allow us to estimate the abundance of flowering, the size of the seeds, and, based on this, the fruit, which can play a major role in raising seed plantations or in selecting wild cherries for the fruit productivity trait. All investigated traits show a large individual within-population variability, characteristic of all forest tree species from the central Dinarides region. The relationship between seed thickness and width shows the greatest interdependence, while in other correlation relationships, many unaccounted factors have a large share. In wild cherry populations, a large share of trees has arisen through spontaneous hybridization with domestic cherry varieties. Thus, in

populations, we have trees of F_1, F_2, F_3, and other generations, which gives a large variability to the population for the investigated traits. This makes the correlation assessment difficult for some traits. The obtained values can serve as a basis for a comprehensive assessment of the variability for the analyzed traits, indicating the possibility of its use in carrying out silvicultural work, as well as for establishing seed bases. The obtained correlations can be used to estimate flowering and seed size in the following vegetation period, based on the known bud size. The applied method provides a good picture of the morphological structure of the population, based on which the necessary measures for the maintenance of genetic resources in the studied populations can be recommended, in contrast to the results obtained by standard analyses of variance (Ballian and Čabaravdić 2007).

In preliminary research on the morphological properties of fruits, seeds, fruit petioles, and leaves of wild cherry in Bosnia and Herzegovina, the material was collected in eleven natural populations. The study aimed to determine the degree of intra- and inter-population variability for the conservation and preservation of the wild cherry gene pool. Variability was analyzed using descriptive statistical parameters, mean, standard deviation, coefficient of variation, non-parametric, and multivariate cluster analysis. By analyzing 16 morphological traits, we determined the existence of statistically significant differences among the studied populations for each trait. The obtained variability shows discontinuity. Cluster analysis based on Euclidean complete linkage distances showed that the Sanski Most population, with its structure, indicates an allochthonous origin. The applied method provides a good picture of the morphological structure of the populations, and the obtained results can recommend the necessary measures for the maintenance of genetic resources by in situ and ex-situ conservation methods.

In another study, morphological variability of wild cherry fruit and seeds in a part of its natural distribution in Bosnia and Herzegovina was investigated for 12 natural populations. A total of 2926 fruits were collected, and fruit length, fruit width, fruit thickness, seed length, seed width, and seed thickness were studied. Discriminant analysis

by groups formed according to classes of altitude and ecological-vegetation zone determined that there was no separation among the studied populations, which implies the possibility of using seed and planting material from different altitudes and ecological-vegetation zones within the studied area (Ballian and Mujagić Pašić 2013).

The differentiation of wild cherry populations in Bosnia and Herzegovina was researched extensively on 22 natural populations. The sampling methodology by Franjić (1993, 1994a, 1994b, 1996) was applied. The fruit length, fruit width, fruit thickness, seed length, seed width, seed thickness, fruit petiole length, fruit petiole width, leaf petiole length, leaf blade length, distance from the base of the blade to the widest part of the blade, blade width, leaf nerve insertion angle, number of leaf teeth on a 2 cm length, leaf width at 1 cm from the tip and leaf width at 1 cm from the leaf base were measured. Descriptive statistics, analysis of variance, regression analysis, and canonical discriminant analysis were analysed. The obtained results show a high level of intrapopulation, as well as interpopulation morphological variability in the studied natural populations of wild cherry. The differentiation of populations was lower than expected. The obtained variability at the intrapopulation, or individual level, can be associated with the very complex mechanisms of wild cherry fertilization, primarily with the activity of a large number of multiple S-alleles, which are a key factor in reducing differentiation between populations. Pollination by insects indicates a very rapid gene flow between populations, contributing to the overall low level of differentiation. Annual seed dispersal by birds over long distances, which results in rapid gene exchange, is a key factor in low interpopulation differentiation. Based on the analysis of the studied morphological characteristics, we could not determine the differentiation of wild cherry populations under given ecological conditions on any basis. In addition to complex and rapid gene flow, such results could be a consequence of the late colonization of these areas, phylogenetic youth and rapid spread of the species, and, finally, strong anthropogenic and zoogenic influence. Regarding soil reaction (pH), wild cherry populations on acidic soil did not show any difference compared to populations on limestone.

The resulting high values of the regression coefficient in this study can be used to estimate the value of some traits and characteristics without measuring them. The analysis showed statistically significant differences between the studied populations. Differentiation in natural wild cherry populations was very low and identified only in the characteristics of fruit dimensions. The applied methods provide a good picture of the morphological structure of populations, which can be used for planning measures of maintenance of genetic resources in the studied populations.

Based on the above results and the knowledge gained about the variability of wild cherry in Bosnia and Herzegovina, regeneration plans for this species can be developed, as well as in situ and ex-situ plans for the conservation of genetic diversity.

Since we only have small populations or individual trees, and poor and sparse distribution, it is necessary to prescribe a whole series of breeding measures to improve the situation in the field. This is especially important for some of our populations at higher altitudes. Otherwise, for the adaptation and maintenance of a population in situ, we have to consider that survival depends on both basic life factors and on the individual, which is the bearer of the genetic resource, i.e. on its ability to transfer the genetic resource to the next generation (vitality, fruiting, resistance, etc.). Therefore, in addition to knowing the variability obtained with the help of the markers used, it is necessary to know the basic ecological factors that prevail in these habitats.





Funded by the European Union

FRUITDIV - Exploiting the Untapped potential of Fruit tree Wild DIVersity for Sustainable Agriculture

Tekst preuzet sa https://fruitdiv.eu/

FruitDiv is a European research project launched on the 1st of January 2024. The project is funded under the Horizon Europe framework for a period of five years (January 2024-December 2028). FruitDiv aims to monitor, characterise, use, and conserve the diversity of fruit tree Crop Wild Relatives (CWR), with a particular emphasis on pome (*Malus*, *Pyrus*) and stone (*Prunus*) fruits.

The FruitDiv consortium is coordinated by INRAE. It includes 26 multi-disciplinary partners from 10 EU Member States and four other European countries. University of Sarajevo - Faculty of Forestry is one of the partners in the project.

CWR are wild plant species closely related to cultivated crops. They hold important potential as a source of genetic diversity, offering agronomic and nutritional traits like pest and disease resistance, tolerance to drought, and adaptability to fluctuating climatic conditions affecting fruit quality and production.

Harnessing this genetic diversity is crucial for enhancing crop improvement, ensuring sustainable agricultural practices, tackling climate challenges and meeting the demands of food security and better nutrition. This approach aligns with the goals of the European Green Deal, and the Biodiversity and Farm to Fork strategies, aiming to reduce pesticide use. Moreover, fruit trees' long lifespan and a current production dominated by only few cultivars make them particularly vulnerable to the effects of global changes. Further research and conservation efforts are thus needed to unlock the full potential of fruit tree CWRs and secure our agricultural future.

FRUITDIV - Iskorištavanje neiskorištenog potencijala divlje raznolikosti voćaka za održivu poljoprivredu

Tekst preuzet sa https://fruitdiv.eu/

FruitDiv je evropski istraživački projekt koji je pokrenut 1. januara 2024. Projekt se finansira u okviru Horizon Europe okvira za period od pet godina (januar 2024. – decembar 2028. godine). FruitDiv ima za cilj pratiti, karakterizirati, koristiti i očuvati raznolikost divljih srodnika voćaka sa posebnim naglaskom na rodove *Malus*, *Pyrus* i *Prunus*.

FruitDiv konzorcij koordinira INRAE, Francuska. Konzorcij uključuje 26 multidisciplinarnih partnera iz 10 država članica EU i četiri druge evropske zemlje. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet jedan je od partnera na projektu.

Divlji srodnici voćaka su divlje biljne vrste blisko povezane s kultiviranim usjevima. Imaju važan potencijal kao izvor genetske raznolikosti, nudeći poželjne osobine poput otpornosti na štetočine i bolesti, otpornosti na sušu i prilagodljivosti promjenjivim klimatskim uvjetima koji utječu na kvalitetu i proizvodnju voća.

Iskorištavanje ove genetičke raznolikosti ključno je za poboljšanje poboljšanja usjeva, osiguranje održivih poljoprivrednih praksi, suočavanje s klimatskim izazovima i ispunjavanje zahtjeva sigurnosti hrane i bolje prehrane. Ovaj pristup usklađen je s ciljevima Evropskog zelenog plana i strategijama Bioraznolikost i Od farme do stola, s ciljem smanjenja upotrebe pesticida. Što više, dug životni vijek voćaka i trenutna proizvodnja kojom dominira samo nekoliko kultivara čine ih posebno ranjivima na učinke globalnih promjena. Stoga su potrebna daljnja istraživanja i napori za očuvanje kako bi se oslobodio puni potencijal voćaka i osigurala budućnost poljoprivrede.



Funded by the European Union

ISBN 978-9926-8716-6-6
ISBN 978-9926-574-14-7