

KLIJAVOST SJEMENA I VITALITET EMBRIONA PITOMOG KESTENA (*Castanea sativa* Mill.) NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE

GERMINATION TESTING AND VITALITY OF EMBRION OF THE SWEET CHESTNUT (*Castanea sativa* Mill.) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Vanja Daničić^{1*}, Vasilije Isajev², Milan Mataruga¹, Branislav Cvjetković¹

¹ Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Stepe Stepanovića 75A, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

² Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11000 Beograd, Srbija

*e-mail: vanja.danicic@sf.unibl.org

Izvod

Analiziranje kvaliteta sjemena i njegovog klijanja ima veliku važnost u proučavanju varijabiliteta pitomog kestena. Ovim analizama se u najranijem uzrastu biljaka može utvrditi obim potencijalne genetičke varijabilnosti vrste.

U radu su prikazani rezultati ispitivanja kvaliteta sjemena, direktnim (tehnička klijavost) i indirektnim metodom (ispitivanje vitaliteta embriona pomoću Tetrazolijum testa – TZ-test), za uzorke pitomog kestena iz šest prirodnih populacija sa područja Bosne i Hercegovine (BiH). Ispitivanja su obavljena prema uputstvima „*The International Seed Testing Association*“. Analizom su obuhvaćene uzastopno dvije kalendarske godine. Utvrđena je niska prosječna vrijednost klijavosti sjemena kao i vitaliteta embriona za sve istraživane populacije u obje godine istraživanja. Poznavanje kvaliteta sjemena važan je faktor za sve koji su uključeni u proces proizvodnje sjemena, a informacija o njegovom kvalitetu omogućava smjernice tokom proizvodnje, trgovine i skladištenja.

Gljučne riječi: klijavost, kvalitet sjemena, pitomi kesten, TZ-test

1. UVOD / INTRODUCTION

Pitomi kesten je plemeniti liščar sa velikom upotrebom vrijednošću, koja je opisana u mnogim literaturnim izvorima – od njegovog značaja kao voćkarice visoke nutritivne i energetske vrijednosti, ljekovitosti, primjene u drvnoj industriji, građevinarstvu, poljoprivredi, hemijskoj i farmaceutskoj industriji, kao i ekonomsko-socijalne uloge i značaja u kulturi, tradiciji i životu, pa sve do njegove uloge kao dekorativne parkovske vrste (Zelić, 1998; Mujić et al., 2006, 2007; Daničić et al., 2008; Živković et al., 2009; Mujić et al., 2010; Alibabić et al., 2015; Daničić, 2018).

U Bosni i Hercegovini postoje tri odvojena područja gdje raste pitomi kesten. Prvo je na prostoru sjeverozapadne Bosne, na području Cazinske krajine (Cazin, Velika Kladaša, Vrnograč, Bužim, Bosanska Krupa i Bosanski Novi). Drugi značajan lokalitet je u istočnoj Bosni, između Srebrenice, Bratunca i rudnika Sase. Treći je hercegovački lokalitet, gdje se kesten javlja na južnim padinama Bitovnje, kod Konjica, Jablanice, Jablaničkog jezera i u dolini rijeke Neretvice i Rame (Sučić, 1953).

Pitomi kesten je vrsta koja traži toplije ekspozicije, kao i dublja i umjereno svježja zemljišta, i iz-

bjegava suva, hladna i maglovita staništa (Anić, 1940; 1942). Prema Jovanoviću (1991), pitomi kesten uspijeva na staništima gdje je dug vegetacioni period, gdje je blaga jesen za sazrijevanje plodova i gdje nema poznih prolječnih niti ranih jesenjih mrazeva. Raste na veoma kiselim zemljištima. Prema Goslingu (2007), sjeme pitomoga kestena je vrlo kvarljivo i slabo dormantno. Za očuvanje vitaliteta takvog sjemena potreban je visoki sadržaj vlage i čuvanje na temperaturi od -3 do $+5$ °C (najbolje na $+4$ °C).

Po svojim osobinama sjeme pitomog kestena spada u kategoriju „rekalci-trant“ (eng. *recalcitrant seed*). U tu kategoriju sjemena ubraja se nekoliko vrsta s krupnim plodovima i visokim sadržajem vlage, kao što su: hrastovi, divlji kesten, pitomi kesten, gorski javor, sve vrste tropskog sjemena i dr. (Mataruga et al., 2013). Takvo sjeme je osjetljivo na sušenje i ima ograničeni

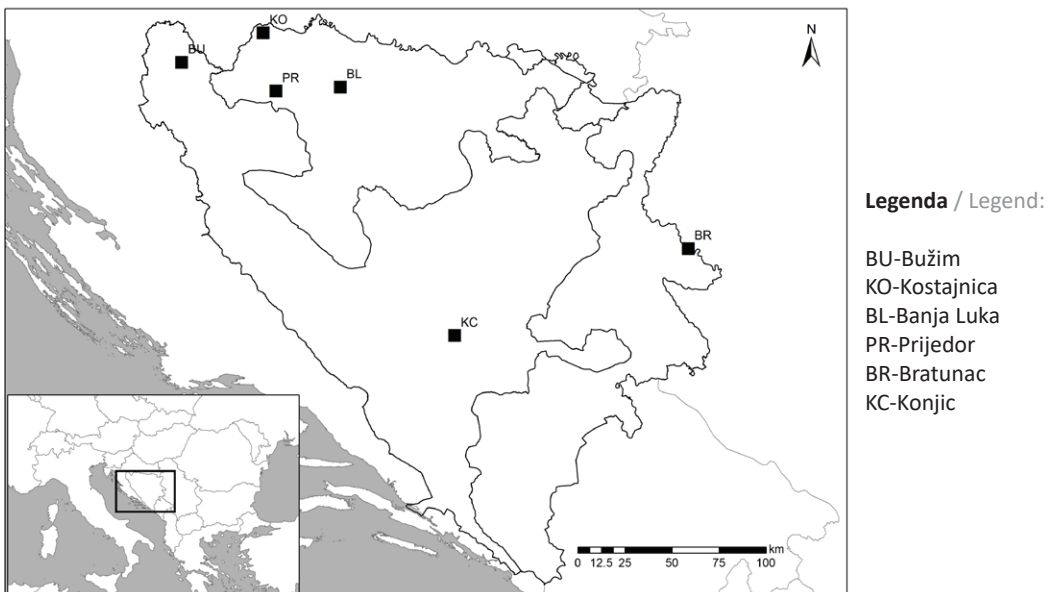
potencijal skladištenja, tj. sjeme je jako osjetljivo na gubitak vlage i mora se skladištiti u kontrolisanim uslovima koji uključuju i razdoblje prekidanja dormantnosti (Gradečki et al., 2006). Nije preporučljivo čuvati plodove pitomog kestena duže od 6 do 8 mjeseci jer su podložni truljenju (Young & Young, 1992).

Rezultati obavljenih analiza kljavosti sjemena su najvažniji parametar njegove upotrebne vrijednosti, jer je kvalitetan sjetveni materijal osnova za rasadničku proizvodnju sadnog materijala visokog kvaliteta (Isajev & Mančić, 2001). Pored toga što kvalitet sjemena utiče na čitav ciklus proizvodnje, trgovine i skladištenja, kao i kvalitet sadnog materijala, kljavost sjemena je najvažniji pokazatelj njegovog kvaliteta, koji obuhvata genetičku i analitičku čistoću, fizičke i fiziološke osobine sjemena (Drvodelić et al., 2019).

2. MATERIJAL I METOD RADA / MATERIAL AND METHODS

Populacije u kojima je sakupljeno sjeme za istraživanja su dozrijevajuće i zrele sastojine pitomog kestena na području prirodnog rasprostranjenja u Bosni i Hercegovini. Uzorkom su

obuhvaćene sastojine na šest lokaliteta sa različitim ekološko-vegetacijskim karakteristikama, na području Banje Luke, Prijedora, Kostajnice, Bratunca, Bužima i Konjica (Slika 1, Tabela 1).



Slika 1. Geografski položaj populacija / Figure 1. Geographical position of population

Tabela 1. Položaj i stanišne karakteristike objekta istraživanja / **Table 1.** Location and habitat characteristics of research objects

LOKALITET	SKRAĆENICA	GAUS-KRIGEROVE KOORDINATE		NADMORSKA VISINA /m/	TIP ZEMLJIŠTA
		X	Y		
BUŽIM	BU	6343705	4989607	400	Ilimerizovano
KOSTAJNICA	KO	6387025	5005326	360	Distrično smeđe
PRIJEDOR	PR	6393735	4974337	280	Distrično smeđe
BANJA LUKA	BL	6428044	4976467	450	Ilimerizovano
BRATUNAC	BR	6612968	4890671	180-270	Ranker
KONJIC	KC	6488724	4844505	680	Eutrično smeđe

Za analizu klimatskih karakteristika korišćeni su podaci o prosječnoj godišnjoj temperaturi i prosječnoj godišnjoj količini padavina, dobijeni od strane Republičkog hidrometeorološkog zavoda RS i FHMZ FBiH sa lokalnih meteoroloških stanica: Cazin, Kostajnica, Prijedor, Banja Luka, Bratunac i Konjic, za referentni period 1961–1990. godine, a za analizu u istraživanim godinama prikupljeni su podaci prosječnih mjesečnih temperatura vazduha i padavina sa meteoroloških stanica Cazin, Novi Grad, Prijedor, Banja Luka, Srebrenica, dok su za područje Konjica prikupljeni podaci sa automatskih meteoroloških stanica Gračanica i Jasenik, koje su podjednako udaljene (10 km) od istraživanog objekta.

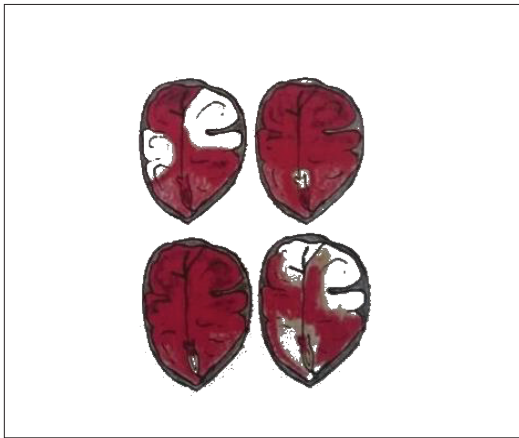
U navedenim populacijama pitomog kestena, primjenom metoda individualne selekcije, selekcionisano je po 15 individua koje su prema fenotipskim svojstvima superiornije u odnosu na druga stabla u populaciji. Za ispitivanje klijavosti sjemena i vitaliteta embriona uzimano je po 14 plodova sa svakoga stabla i stavljano u jednu kesu sa oznakom populacije. Iz toga uzorka uzimano je 200 plodova za analizu. Ispitivanja su vršena na populacionom nivou.

U laboratoriji Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci vršeno je ispitivanje kvaliteta sjemena. Klijavost sjemena ispitivana je direktnom metodom naklijavanja i indirektnom metodom – metodom određivanja vitaliteta embriona pomoću Tetrazolijum testa (TZ-test) po uputstvima „*The International Seed Testing Association*” (ISTA 2003). Uzorci su sakupljeni u jesen 2011. i 2012. godine, a do ispitivanja čuvani su u frižideru u pa-

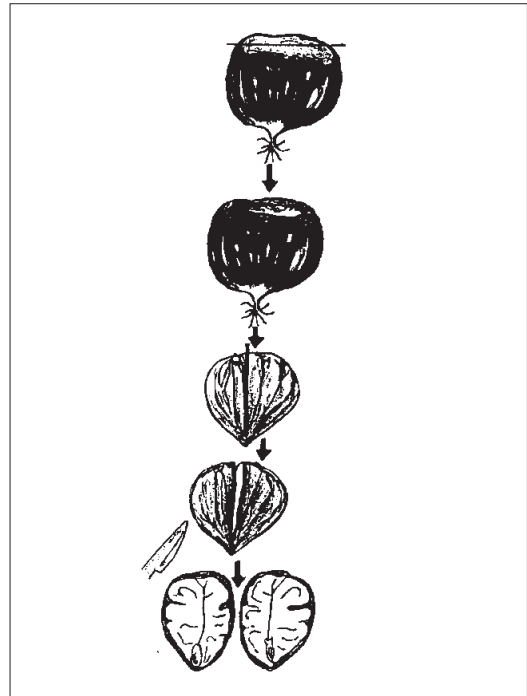
pirnim kesama u trajanju od tri mjeseca na temperaturi od 3°C. Plod je prije ispitivanja tretiran fungicidom komercijalnog naziva Kaptan P50. Uzorak za ispitivanje klijavosti je 4 x 50 sjemenki po populaciji, tako da je ukupan uzorak za šest populacija iznosio 1200 sjemenki. Prije ispitivanja klijavosti sjemena uzorci su potapani u vodu na sobnoj temperaturi u trajanju od 48 sati (faza bubrenja). Poslije toga, oštrom skalpelom je na svakom plodu odrezana 1/4 ploda suprotno od radikule i uklonjen je perikarp. Uzorci su postavljeni na vlažni kvarcni pijesak granulaže 0,1–0,65 mm u prozirnim plastičnim kutijama i prekriveni folijom. Test klijavosti svježeg sjemena trajao je 21 dan, dok je brojanje iskljalih sjemenki vršeno sedmog, četrnaestog i dvadeset i prvog dana. Na kraju testa evidentirani su broj normalno iskljalih sjemenki i broj trulih i svježih neiskljajalih, dok kategorije prazno sjeme i nenormalno iskljalilo sjeme nisu utvrđene prilikom testiranja i nisu korišćene za statističku analizu.

Pri utvrđivanju vitaliteta embriona uzet je uzorak od 4 x 50 sjemenki po populaciji. Pripremna faza obuhvatila je pripremu sjemena tako što je poprečno odsječena 1/3 sjemena na distalnom kraju, zatim je uklonjen perikarp, i tako pripremljeno sjeme ostavljeno je u vodi 18 sati (faza bubrenja). Zatim je sjeme uzdužno prerezano po sredini i, koliko je bilo moguće, skinuta je sjemenjača (Slika 2). Pripremljen plod stavljen je u rastvor da odstoji 24 sata. Za bojenje embriona i endosperma korišćen je 1% rastvor 2,3–5 trifeniltetrazolijum hlorid (ISTA 2003). Test se sprovodio u tami jer rastvor nije stabilan na svjetlosti. Broj vitalnog sjemena je određivan na osnovu

intenziteta i veličine obojene površine ploda u probi. U plodu se indukuju procesi sinteze enzima koji reaguju sa rastvorom, uslovljavajući stvaranje jako crvenog formozana. Formozanom intenzivno obojene ćelije endosperma i embriona su žive, dok nežive ćelije (Slika 3) ostaju neobojene (Isajev & Mančić, 2001).



Slika 3. Primjer nevitalnog embriona / **Figure 3.** An example of a non-vital embryo (ISTA 2003)

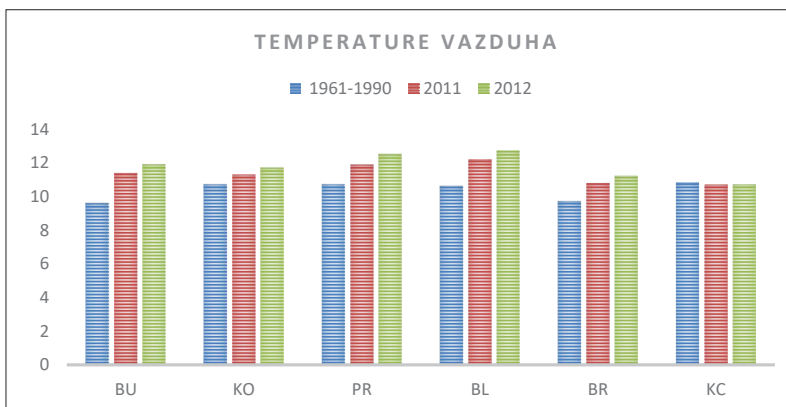


Slika 2. Faza pripreme ploda / **Figure 2.** Fruit preparation phase (ISTA 2003)

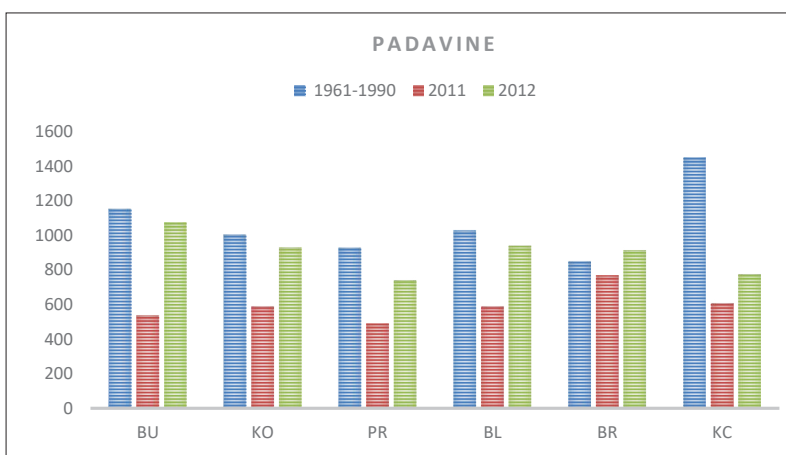
3. REZULTATI I DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION

Pored temperature, količina padavina je najvažniji klimatski element rasta i razvoja biljnog svijeta. Godišnji tokovi padavina u Bosni i Hercegovini vrlo su raznovrsni, tako da ih je, i pored vidne razlike, usljed istovremenog djelovanja i preplitanja različitih lokalno uslovljenih klimatskih faktora teško dovesti u realne uzročno povezane odnose. Otuda raspored i visina padavina često lokalno variraju (Milosavljević, 1973). Upoređivanje srednjih temperatura u godinama istraživanja sa standardnim normalnim vrijednostima (1961–1990) prikazana je na Slici 4. Srednje temperature u 2011. i 2012. godini bile su više od standardne normalne vrijednosti (1961–1990) na svim istraživanim lokalitetima, sem lokaliteta Konjic, gdje su bile jednake. Ukupne količine padavina u obje godine istraživanja bile su manje u odnosu na referentne vrijednosti na 5 istraživanih lokaliteta, dok su na lokalitetu Bratunac vrijednosti bile nešto više u odnosu na referentnu vrijednost (Slika 5).

Laboratorijska klijavost utvrđena je nakon dvadeset i jedan dan, i tada je konstatovana tehnička klijavost. U prvoj godini istraživanja prosječna klijavost iznosila je 33,75% za sve istraživane populacije, dok je u drugoj godini istraživanja iznosila 21,92%. Klijavost po populacijama u prvoj godini istraživanja kretala se od 26,5% (Bratunac) do 43,5% (Bužim), dok su se u drugoj godini vrijednosti kretale od 15,0% (Bratunac) do 30,5% (Konjic). Tokom obje godine istraživanja zabilježene su visoke vrijednosti procenta trulog sjemena u svim istraživanim populacijama. U prvoj godini istraživanja vrijednosti trulog sjemena kretale su se od 22,5% (Bužim) do 41,5% (Bratunac), a u drugoj godini istraživanja od 36,5% (Konjic) do 56,5% (Bratunac). Prema Drvodeliću et al. (2019), prilikom ispitivanja laboratorijske klijavosti pitomog kestena submediteranskog područja Hrvatske prosječna klijavost je iznosila 35,5%. Prosječne vrijednosti laboratorijske klijavosti (naklijavanje) date su u Tabeli 2.



Slika 4. Poređenje srednjih temperatura vazduha u godinama istraživanja sa referentnim periodom / Figure 4. Comparison of min air temperatures in the years of research with the reference period



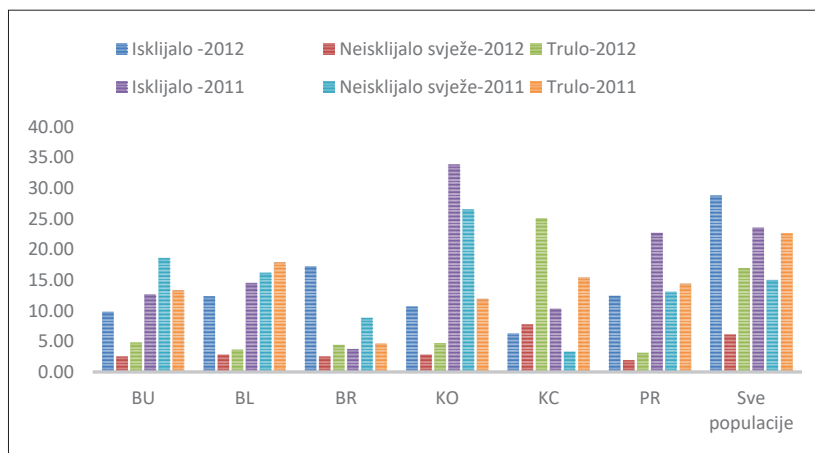
Slika 5. Poređenje količine padavina u godinama istraživanja sa referentnim periodom / Figure 5. Comparison of precipitation in the years of research with the reference period

Tabela 2. Prosječne vrijednosti naklijavanja za obje godine istraživanja / Table 2. Average germination values for both years of research

Populacija	Kategorije naklijavanja ploda (sjemena)					
	Normalno iskljajalo	Svježe neisklijajalo	Trulo	Normalno iskljajalo	Svježe neisklijajalo	Trulo
	%	%	%	%	%	%
	2011			2012		
BU	43,5	34,0	22,5	19,5	32,5	48,0
BL	30,5	32,5	37	15,5	32,0	52,5
BR	26,5	32,0	41,5	15	28,5	56,5
KO	29,5	34,5	36,0	23,5	36	40,5
KC	37,0	35,0	28,0	30,5	33	36,5
PR	35,5	31,5	33,0	27,5	20,5	52,0
Prosjek	33,75	33,25	33,00	21,92	30,42	47,67

Analizom kvantitativnih parametara kvaliteta sjemena, u prvom redu koeficijenta varijacije (Slika 6), te na bazi istraživanja o varijabilnosti vrste može se pretpostaviti da postoje značajne razlike u klijavosti na interpopulacionom i intrapopulacionom nivou, koje je potrebno testirati prateći ih tokom više uzastopnih godina.

Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije za kategoriju iskljalo sjemena za prvu godinu istraživanja iznosi 23,35%, a za drugu godinu istraživanja 28,79%. Za kategoriju neisklijalo svježe sjeme koeficijent varijacije za sve populacije je 15,03% u prvoj godini, dok u drugoj godini istraživanja iznosi 6,13%, za trulo sjeme 22,61% i 16,95%.



Slika 6. Koeficijent varijacije za klijavost ploda u obje godine istraživanja / **Figure 6.** Coefficient of variation for fruit germination in both years of research

Na interpopulacionom nivou analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajna razlika za sve ispitivane parametre u obje godine istraživanja (Tabela 3).

Dankan testovi urađeni u cilju utvrđivanja između kojih populacija postoje značajne razlike. Rasporedom homogenih grupa na osnovu Dankan testa prikazane su značajnosti razlika između populacija za sve analizirane parametre (Tabela 4). Za različite kategorije klijavosti formira se veći broj grupa, osim za kategoriju neisklijalo svježe sjeme, gdje sve istraživane populacije pripadaju istoj homogenoj grupi.

Dvofaktorijalna analiza varijanse sa interakcijom populacija*godina pokazala je statistički značajnu razliku za kategorije normalno iskljalo i trulo sjeme, dok nema statistički značajnih razlika za kategoriju neisklijalo svježe sjeme.

U obje godine istraživanja najmanju tehničku klijavost i najveći procenat trulog sjemena imala je populacija Bratunac. U drugoj godini istraživanja tehnička klijavost sjemena za sve istraživane

populacije znatno je manja u odnosu na prvu godinu istraživanja. U prvoj godini istraživanja populacije imaju širi opseg variranja za parametre klijavosti sjemena nego u drugoj godini istraživanja.

Varijabilnost u kvalitetu sjemena po godinama istraživanja rezultat je genetske konstitucije i različitih ekoloških faktora i vremenskih prilika u godinama istraživanja (klimatski faktor).

Vremenske prilike u toku vegetacionog perioda mogu biti jedan od razloga lošije klijavosti. U 2012. godini, u toku vegetacionog perioda bile su znatno veće količine padavina u odnosu na prvu godinu istraživanja, a i temperature vazduha su imale veće vrijednosti. Velika vlaga i ljetnja suša su moguć razlog lošeg kvaliteta sjemena (Slika 4 i Slika 5).

Veliki procenat trulog sjemena vjerovatno je posljedica vremenskih prilika i načina sakupljanja ploda za analizu. Poslije sazrijevanja ploda i odvajanja od matične biljke plodovi su sakupljeni sa zemlje. Plod koji je sakupljan sa

Tabela 3. Analiza varijanse klijavosti sjemena na nivou populacija po godinama istraživanja / **Table 3.** Analysis of variance of seed germination at the population level by year of research

ANALIZIRANA OSOBINA	IZVOR VARIJACIJE	STEPENI SLOBODE	SUMA KVADRATA	SREDINA KVADRATA	F	P
2011						
ISKLIJALO	Populacija	5	759,50	151,90	3,9569	0,00
	Pogreška	18	691,50	3,55		
	Ukupno	23	1450,50			
SVJEŽE NEISKLIJALO	Populacija	5	41,50	8,30	0,2803	0,00
	Pogreška	18	533,00	29,61		
	Ukupno	23	574,50			
TRULO	Populacija	5	930,00	186,00	9,566	0,00
	Pogreška	18	350,00	19,44		
	Ukupno	23	1280,00			
2012						
ISKLIJALO	Populacija	5	808,83	161,77	27,213	0,00
	Pogreška	18	107,00	5,94		
	Ukupno	23	915,83			
SVJEŽE NEISKLIJALO	Populacija	5	586,83	117,37	7,627	0,00
	Pogreška	18	277,00	15,39		
	Ukupno	23	863,83			
TRULO	Populacija	5	1185,33	237,07	13,504	0,00
	Pogreška	18	316,00	17,56		
	Ukupno	23	1501,33			

Tabela 4. Duncan test za parametre klijavosti sjemena / **Table 4.** Duncan test for seed germination parameters

ANALIZIRANE OSOBINE	POST-HOC($\alpha=0.05$)						BROJ HOMOGENIH GRUPA
	BL	KC	BU	KO	PR	BR	
2011							
ISKLIJALO	30.50 ^{ab}	37.00 ^{bc}	43.50 ^c	29.50 ^{ab}	35.50 ^{abc}	26.50 ^a	3
SVJEŽE NEISKLIJALO	32.50 ^a	35.00 ^a	34.00 ^a	34.50 ^a	31.50 ^a	32.00 ^a	1
TRULO	37.00 ^{ab}	28.00 ^{cd}	22.50 ^c	36.00 ^{ab}	33.00 ^{ad}	41.50 ^b	4
2012							
ISKLIJALO	15.00 ^a	30.50 ^b	19.50 ^c	23.50 ^d	27.50 ^b	15.00 ^a	4
SVJEŽE NEISKLIJALO	32.00 ^{ab}	33.00 ^{ab}	32.50 ^{ab}	36.00 ^b	20.50 ^c	28.50 ^a	3
TRULO	52.50 ^{ab}	36.50 ^c	48.00 ^a	40.50 ^c	52.00 ^{ab}	56.50 ^b	3

zemlje usljed loših vremenskih prilika (pada-vine) podložan je većoj prisutnosti entomo-faune i gljiva, koje mogu znatno redukovati kvalitet sjemena.

Razlike u klijavosti sjemena pojedinih populacija mogu biti i rezultat različitog stepena dormantnosti sjemena. Stepenn dormantnosti sjemena može na istoj lokaciji varirati od godine do go-

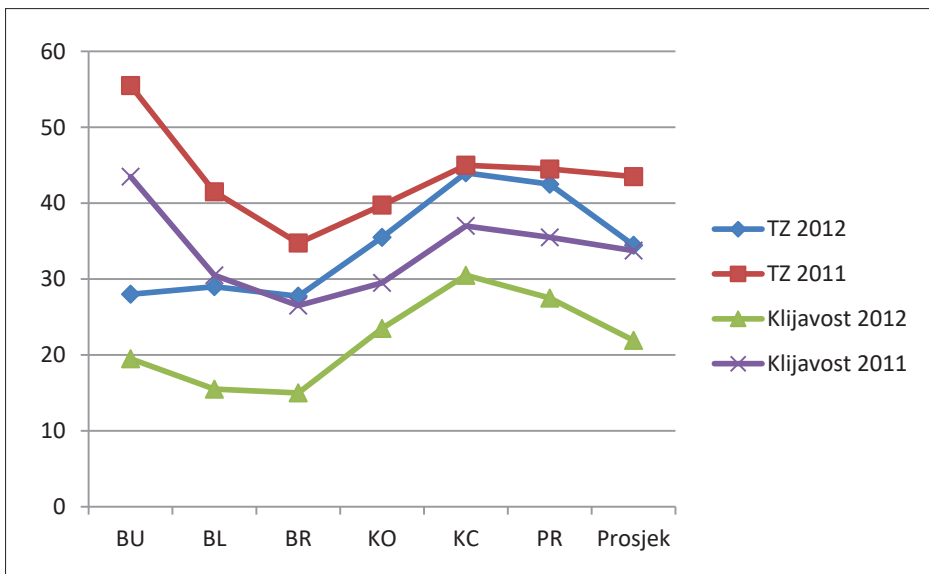
dine ili unutar iste godine po provenijencijama (Wang, 1976).

Vitalitet ili životna sposobnost sjemena predstavlja broj za život sposobnih sjemenki, utvrđen na propisan način – bojenjem njihovih vitalnih organa određenim organskim bojama (Slika 3) ili rastenjem embriona na određenoj podlozi u određenom roku, izražen u procentima od ukupnog broja sjemenki uzetih za ispitivanje iz komponente čistog sjemena (Stilinović, 1985). Rezultati TZ-testa prikazani su u Tabeli 5. Kvalitet sjemena pitomog kestena, praćen na osnovu vitaliteta, kretao se u rasponu od 34,75% (Bratunac) do 55,50% (Bužim) u prvoj godini istraživanja, dok je prosječna vrijednost za sve populacije iznosila 43,50%. U drugoj godini istraživanja vitalitet sjemena kretao se od 28,00% (Bužim) do 44% (Konjic), prosječno 34,46%. Najmanji vitalitet ploda u obje godine istraživanja imao je plod iz populacije Bratunac, što prati rezultate dobijene ispitivanjem kljivosti direktnim metodom. Sama geološka podloga i tip zemljišta mogu imati uticaj na loš kvalitet sjemena iz bratunačke populacije. Najveći vitalitet embriona u prvoj godini

istraživanja imao je plod iz populacije Bužim (55,50%), a u drugoj godini populacija Konjic (44,00%). Učešće trulog sjemena kretalo se od 19,75% (Bužim) do 29,00% (Banja Luka) u prvoj godini istraživanja, a u drugoj godini istraživanja od 28,75% (Konjic) do 46,50% (Bratunac). U prvoj godini istraživanja sve kategorije su imale znatno veće prosječne vrijednosti u odnosu na drugu godinu istraživanja.

Ispitivanjem vitaliteta sjemena TZ metodom dobijeni su viši rezultati nego ispitivanjem kljivosti direktnom metodom u obje godine istraživanja. Odnos laboratorijske kljivosti i vitaliteta sjemena prikazan je na Slici 7.

Prema literaturnim podacima (Isajev & Mančić, 2001), kljivost svježeg sjemena pitomog kestena je do 60%, dok je prosječna kljivost od 65% do 87% prema Regent (1980), Young & Young (1992) i Benedetti et al. (2012). Iz rezultata dobijenih u navedenim analizama može se zaključiti da je prosječna kljivost sjemena niska, kao i njegov vitalitet. Ovi rezultati su vjerovatno posljedica uticaja vremenskih prilika tokom dozrijevanja ploda u godinama istraživanja.



Slika 7. Odnos laboratorijske kljivosti i vitaliteta sjemena pitomog kestena / **Figure 7.** Ratio between laboratory germination and vitality of chestnut seeds

Tabela 5. Prosječne vrijednosti TZ-testa u obje godine istraživanja / **Table 5.** Average values of TZ-test in both years of research

Populacija	Kategorije ploda u TZ-testu					
	Vitalno	Nevitalno	Trulo	Vitalno	Nevitalno	Trulo
	%	%	%	%	%	%
	2011			2012		
BU	55,50	24,75	19,75	28,00	33,75	38,25
BL	41,50	29,50	29,00	29,00	30,25	40,75
BR	34,75	32,25	33,00	27,75	25,75	46,50
KO	39,75	33,00	27,25	35,50	34,00	30,50
KC	45,00	32,75	22,25	44,00	27,25	28,75
PR	44,50	29,50	26,00	42,50	16,25	41,25
Prosjek	43,50	30,29	26,21	34,46	27,88	37,67

4. ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Kvalitet plodova pitomog kestena je praćen na osnovu vitaliteta i klijavosti sjemena (indirektni i direktni metod). Dobijeni rezultati ukazuju na nisku prosječnu klijavost sjemena, kao i nizak vitalitet embriona u obje godine istraživanja. Najmanju tehničku klijavost i najmanji vitalitet sjemena ima populacija Bratunac, i to u obje godine istraživanja.

Vremenske prilike i način sakupljanja plodova vjerovatno su imali uticaj na visok procenat trulog sjemena u svim populacijama. Ispitivanjem

vitaliteta ploda dobijeni su viši rezultati nego direktnim ispitivanjem klijavosti u obje godine istraživanja. Dobijeni parametri klijavosti sjemena i razlike između populacija mogu biti rezultat dijelom uslovljen međuindividualnim genetskim razlikama, kao i nepovoljnim vremenskim prilikama u toku vegetacionog perioda. Rezultati obavljenih istraživanja su značajni za unapređenje proizvodnje sadnog materijala selekcionisanih genotipova u rasadničkim uslovima kao inicijalne faze u oplemenjivanju pitomog kestena.

Literatura / References

- Alibabić V. (2015). Kesten kao hrana, lijek i resurs: pregled istraživanja o kestenu sa područja Unsko-sanskog kantona. *Naučna konferencija o kestenu "Zaštita postojećih i podizanje novih zasada pitomog kestena i drugih autohtonih sorti voća"*, 03. decembar, 2015. Velika Kladuša.
- Anić M. (1940). Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori. *Glasnik za šumske pokuse* 7: 103–113.
- Anić M. (1942). *O rasprostranjenosti evropskog pitomog kestena s osobitim obzirom na nezavisnu državu Hrvatsku i susjedne zemlje*. Tiskara C. Albrecht (P. Acinger), Zagreb: 142 str.
- Benedetti S., M. Gonzalez E., Garcia E., Quiroz I. (2012). An analysis of the physical and germination parameters of the sweet chestnut (*Castanea sativa*). *Ciencia e Investigacion Agraria* 39(1): 185–192.
- Daničić V. (2018). *Genetički diverzitet i morfološko-pomološki varijabilitet populacija pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Bosni i Hercegovini*. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci: 238 str.
- Daničić V., Isajev V., Mataruga M. (2008). Hemisjki sastav ploda pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill) na području BiH, *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci* 9: 41–46.
- Drvodelić D., Poljak I., Perković I., Šango M., Tumpa K., Zegnal I., Idžojtić M. (2019). Ispitivanje laboratorijske klijavosti pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA, *Šumarski list* 9-10 (2019): 469–477.
- Gosling P. (2007). Raising trees and shrubs from seed practice guide. *Forest Commission*, Edinburgh: 28 str.

- Gradečki M., Poštenjak K., Crnković S. (2006). Istraživanje kvalitativnih svojstava ploda. *Radovi Šumarski institut*. Izvanredno izdanje 9, Jasterbasko: 307–318.
- Isajev V., Mančić A. (2001). *Šumsko semenarstvo*. Banja Luka-Beograd:165–235.
- ISTA (2003). *Working Sheets on Trazolium Testing*. Vol.II, 1st Edition: 23 str.
- Mataruga M., Isajev V., Orlović S. (2013). *Šumski genetički resursi*. Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci: 335–345.
- Milosavljević R. (1973). *Klima Bosne i Hercegovine*. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Sarajevo.
- Mujić I., Jahić S., Ibrahimpašić J., Alibabić V. (2006). Nutritivne karakteristike prerađenog kestena (*Castanea sativa*) sa područja Unsko-sanskog kantona i usporedba sa nutritivno sličnim namirnicama. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu* 57: 125–136.
- Mujić I., Živković J., Zeković Z., Vidović S., Tomin J., Alibabić V., Bajramović M., Dudaš S., Tumbas T. (2007). Antioxidant Activity of *Castanea Sativa* Mill. Extracts, *2nd International Symposium on the Health Benefits of Fruits and Vegetables-ISHS Member*, October 9–13, Houston 2007. USA: 112 str.
- Mujić I., Agayn V., Živković J., Velić D., Jokić S., Alibabić V., Rekić A. (2010). Chestnuts, a "comfort" healthy food, *Acta Horticulturae* 866: 659–666.
- Regent B. (1980). *Šumsko sjemenarstvo*. Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar služba šumske proizvodnje, Beograd: 201 str.
- Stilinović S. (1985). *Semenarstvo šumskog i ukrasnog drveća i žbunja*, OOUR Institut za šumarstvo šumarskog fakulteta u Beogradu: 77–124.
- Sučić J. (1953). *O arelu pitomog kestena na području Srebrenice, sa kratkim osvrtom na ostala nalazišta u Bosni i Hercegovini*, NP „Oslobođenje“, Sarajevo: 10–55.
- Wang B.S.P. (1976). Dormancy and laboratory germination criteria of white spruce seed. *Proceedings of 2nd International Symposium of Physiology of Seed Germination, Tokyo, IUFRO Working Party* S2.01.06: 179–188.
- Young J.A., Young C.G. (1992). Seeds of woody plants in North America, Portland:407.
- Zelić J. (1998). Pitanje autoktonosti i dalji uzgoj pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Požeškom Gorju. *Šumarski list* 122(11–12):525–536.
- Živković J., Zeković Z., Mujić I., Tumbas V., Cvetković D., Spasojević I. (2009). Antioxidant Properties of Phenolics in *Castanea sativa* Mill. Extracts, *Food Technology and Biotechnology*. 47(4): 421–427.

Summary

The paper presents two-year results of seed germination and vitality testing of embryos of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill). Samples for analysis were collected in 6 natural populations of sweet chestnut in Bosnia and Herzegovina (Bužim, Kostajnica, Banjaluka, Prijedor, Bratunac i Konjic). The sample for testing germination as well as embryo vitality was conducted on 4x50 seeds for each population. Determining the quality of the fruit was done by direct method germination and indirect method-TZ test, according to the instructions of "The International Seed Testing Association" (ISTA 2003). The obtained results indicate low average seed germination as well as low embryo vitality in both years of research. Differences between populations as well as poor seed quality may be result of individual genetic constitution as well as poor weather conditions during the vegetation period and during the period of seeds collection. The results are important for nursery production.

Key words: germination, seed quality, sweet chestnut, TZ test