

Doktorska disertacija

By: Ana Velimirovic

As of: Feb 25, 2022 3:51:22 AM
47,060 words - 187 matches - 142 sources

Similarity Index

8%

Mode: Similarity Report

paper text:

UNIVERZITET CRNE GORE BIOTEHNIČKI FAKULTET Ana Velimirović

KARAKTERIZACIJA CRNOGORSKIH AUTOHTONIH POPULACIJA TETRAPLOIDNE PŠENICE

38

(Triticum durum Desf. i Triticum turgidum L.) MOLEKULARNIM I MORFOLOŠKIM
MARKERIMA

Doktorska disertacija Podgorica, 2022. godine UNIVERSITY OF MONTENEGRO BIOTECHNICAL FACULTY Ana Velimirović CHARACTERIZATION OF MONTENEGRIN INDIGENOUS POPULATIONS OF TETRAPLOID WHEAT (Triticum durum Desf. and Triticum turgidum L.) USING MOLECULAR AND MORPHOLOGICAL MARKERS Ph.D. dissertation Podgorica, 2022

Doktorand Ime i prezime: Datum i mjesto rođenja: Postdiplomske studije

34

: Ana Velimirović 2. 2. 1982. godine, Cetinje Internacionalni centar za napredne mediteranske agronomske studije, Mediteranski agronomski institut u Hanji (

International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) – The Mediterranean Agronomic Institute of Chania

125

(MAICh)) Magistar nauka (120 ECTS), cum maxima laude, 2013 Studijski program: Održiva poljoprivreda – Biotehnologija Mentor Dr Zoran Jovović,

redovni profesor Biotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore Članovi komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata

34

Dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore, mentor Dr Novo Pržulj, akademik, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet – Univerzitet u Banjoj Luci, član Dr Nataša Mirecki, redovni profesor, Biotehnički

fakultet – Univerzitet Crne Gore, član Članovi komisije za ocjenu doktorske disertacije Dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore, mentor Dr Novo Pržulj, akademik, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet – Univerzitet u Banjoj Luci, član Dr Nataša Mirecki, redovni profesor, Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore, član Članovi komisije

za odbranu doktorske disertacije Dr Zoran Jovović, redovni profesor, Biotehnički **fakultet – 49**
Univerzitet Crne Gore, mentor **Dr Novo Pržulj, akademik, redovni profesor**, Poljoprivredni
fakultet – Univerzitet

u Banjoj Luci, član Dr Nataša Mirecki, redovni profesor, Biotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore, član Datum odbrane:

_____ Zahvalnica Kao sve u životu, doktorska disertacija je za mene bila dugačak put na kom sam se susrela sa puno ljudi vrijednih pomena i nekih vrijednih zaborava. Zahvalnost dugujem akademiku Ljubu Pavićeviću koji nam je ostavio u amanet ovu vrijednu kolekciju pšenice i otrgnuo je od zaborava. Mi smo nastavili tamo gdje je on bio zaustavljen dometima naučnih dostignuća svog vremena. Akademiku Novu Pržulju, uvijek spremnom da sasluša i posavjetuje, koji je svojom mudrošću i iskustvom pažljivo pratio cijeli proces. Dr Draganu Mandiću, koji je u ključnim i najtežim trenucima bio spreman da bude podrška i oslonac. Dr Sanji Mikić, koja je svoju stručnost utkala u ovu disertaciju, a čija se ljudskost ne može staviti na papir i kao takva rijetko sreće. Miliki Mirkoviću koji je bio spreman da pomogne i posveti svoje vrijeme, Nebojši Medanu i Novici Stamatoviću koji su bez puno riječi bili važni saradnici tokom cijelog procesa, dr Đikaomu Manjiniju, koji je vidio vrijednost u ovom projektu i prihvatio da bude dio istog. Dr Marieli Finetti Sialer, mom prijatelju, koja mi je dala prostora da maštam o nauci, poletim i padnem i na taj način mi pomogla da učim. Mudrom i iskrenom Dr Draganu Peroviću koji je dao drugu dimenziju konačnim rezultatima rada. Svi oni pomenuti, a i brojni drugi mentori, profesori, saradnici tokom prethodnih godina koje ne mogu sve ovdje pomenuti, pomogli su mi da se utvrdim u stavu i nikad ne izgubim iz vida da svako istraživanje i svaki eksperiment moraju imati korist za čovječanstvo, inače je naš trud i rad uzaludan, i dali dobar, a nekad i loš primjer da nauka i naučnici moraju biti nesebični i na korist svijetu. Jednom posebnom čovjeku, ocu Predragu Šćepanoviću, koji predstavlja bogatstvo ove zemlje i posebnu blagodat svima koji ga poznaju, pa tako i meni. Iako nije mogao dati stručnu, njegova duhovna pomoć je bila iznad svega što se može materijalizovati. Mojim Nikolićima, koji su svojim primjerom dokaz da čast živi do vijeka. Mom suprugu Marku, koji je pokazao razumijevanje i strpljenje za životni put koji dijelimo, za duge sate i dane odvojenosti, koji mi je svojom ljubavlju i brigom dokazao da mi je vjerni saputnik na putu koji smo odabrali. Mom sinu Jovanu, koji je došao i uljepšao naš život na završnoj godini doktorskih studija, koji je darovan strpljenjem dok sam bila posvećena radu na disertaciji, a koji je meni dao motivaciju da budem dostojna obaveze i odgovornosti koju imam prema njemu i njegovoj budućnosti. Posljednji i najvrijedniji pominjanja u ovoj zahvalnici je moj mentor, profesor Zoran Jovović, koji je u meni još na drugoj godini studija prepoznao dar za nauku i zahvaljujući kome sam krenula tom stazom. Danas sam, nakon toliko godina, ubijedena da je bio pravi izbor i da nijesam pogriješila. Teško je sažeti u par rečenica ono što sam dužna reći za profesora Jovovića. Naučio me je šta znači biti naučnik u svakom smislu te riječi, posmatrajući ga kako gradi uspješnu istraživačku karijeru i dozvolivši da budem dio tog iskustva, učinio je da to bude jedno od najboljih učenja koje mi je pruženo. Naučio me da uvijek gledam naprijed, da ne postoji bitka koja se ne može dobiti, a i ako se izgubi ne treba stati već samo i uvijek nastaviti. Zato će sada i zauvijek Zoran Jovović biti čovjek kome u mom rječniku pripada riječ „profesor“, a sebi ću dozvoliti da ovog dobrog čovjeka od riječi smatram i prijateljem. Svoju magistarsku tezu sam

posvetila svojim roditeljima, a doktorsku disertaciju posvećujem mojim sestrama Mirjani i Sanji, najvećem bogatstvu koje imam na ovoj zemlji i nepresušnom izvoru ljubavi i podrške. Možda moji koraci i trud djeluju veliki, ali su mrve pri vašem trpljenju i strpljenju. U vaš zagrljaj stane cijeli moj svijet, a u ovih par rečenica samo djelić zahvalnosti koji vam dugujem. Ova disertacija je realizovana kroz Program dodjele stipendija za doktorska istraživanja u Crnoj Gori Ministarstva prosvjete, nauke, kulture i sporta u 2018. godini, a u saradnji sa Poljoprivrednim institutom Republike Srpske, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, Sveruskim istraživačkim institutom za biljnu proizvodnju N. I. Vavilov Ministarstva nauke i visokog obrazovanja, Sankt Peterburg, Rusija (rus.

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова Министерство науки и

35

высшего образования) i Institutom za bionauke i bioresurse Nacionalnog istraživačkog centra, Bari, Italija (Istituto di Bioscienze e Biorisorse – IBBR, Centro Nazionale delle Ricerche – CNR).

Podaci o doktorskoj disertaciji Naziv doktorskih studija Doktorske studije Univerziteta Crne Gore
Biotehnički **fakultet Studijski program** : Biotehnika **Naslov doktorske disertacije**

34

Karakterizacija crnogorskih autohtonih populacija tetraploidne pšenice (*Triticum durum* Desf. i *Triticum turgidum* L.) **molekularnim i morfološkim markerima**

38

Naučna oblast Poljoprivredne nauke Uža naučna oblast Poljoprivredna biotehnologija Information on PhD dissertation Title of PhD studies PhD studies at the University of Montenegro Biotechnical Faculty Study program: Biotechnology Title of PhD disseration Characterization of Montenegrin Indigenous Populations of Tetraploid wheat (*Triticum durum* Desf. and *Triticum turgidum* L.) Using Molecular and Morphological Markers Scientific field Agricultural Sciences Narrow scientific field Agricultural Biotechnology Rezime Populacije tetraploidne pšenice su vjekovima bile najznačajnije vrste pšenice gajene u Crnoj Gori. Počecima Zelene revolucije, nakon Drugog svjetskog rata i ubrzanog gubitka agrobiodiverziteta, započele su intenzivne akrtivnosti na sakupljanju lokalnih populacija pšenice u Crnoj Gori u cilju njihovog očuvanja. U periodu od 1955. do 1964. godine sakupljeno je 125 autohtonih populacija tetraploidnih pšenica na području Crne Gore i Bosne i Hercegovine, inicijalno podijeljenih u sedam grupa. Nepostojanje jasnog programa konzervacije rezultiralo je gubitkom dijela kolekcije, pa je u vegetacionoj sezoni 2018–2019 u Danilovgradu izvršena regeneracija preostalih 89 autohtonih populacija deponovanih u Crnogorskoj banci biljnih gena u cilju proučavanja diverziteta i upotrebne vrijednosti. Morfološka karakterizacija crnogorskih populacija tetraploidne pšeneice, obavljena u vegetacionoj sezoni 2019–2020, u Banjoj Luci, metodom klas na red, rezultirala je izdvajanjem 389 genotipova. Za praćenje 19 morfoloških karakteristika korišćeni su UPOV deskriptori za durum pšenicu, a kao mjera fenotipskog diverziteta, primijenjen je normalizovan Šenonov indeks diverziteta (H'), koji je varirao od monomorfnog za biljku prema toplotnom stadijumu (svi uzorci pripadaju jarim formama), prisustvo osja ili zubaca (svi uzorci imaju dobro razvijeno

osje) i obraslost unutrašnjeg dijela donje pljeve dlačicama koja je za sve genotipove bila slaba. Visok polimorfizam izmjeren je za osobine širina ramena donje pljeve ($H'=0,89$), varijetet ($H' 0,87$) i povijenost lista zastavičara ($H'=0,85$) koje evidentno nijesu bile pod selekcionim pritiskom. Klaster analizom svi genotipovi su grupisani u tri klase. Genotipovi iz grupe VII, koji potiču iz oblasti između Dubrovnika i Herceg Novog i sjeverno do Trebinja, grupisali su se u klasu tri, dok su se genotipovi ostalih populacija rasporedili u sve tri klase, te se prema morfološkim osobinama ne može tvrditi da pripadaju različitim populacijama, pa je njihovo svrstavanje u grupe najvjerovatnije povezano sa vremenom njihovog kolekcionisanja. MCA je rezultirala 41 ortogonalnom dimenzijom, a prve dvije glavne dimenzije (Dim 1 i Dim 2) objašnjavaju svega 6%, odnosno 5,1% ukupne varijabilnosti, što ukazuje na veliku morfološku sličnost genotipova. Molekularna karakterizacija 89 crnogorskih genotipova izvršena je preko 25K SNP čipa. Zbog pretpostavke da crnogorske populacije tetraploidne pšenice vode porijeku iz Italije u analizu su uključene i četiri italijanske populacije tvrde pšenice: Russello, Capelli, Taganrog i Svevo. Nakon filtracije, broj informativnih, polimorfnih SNP markera iznosio je 6.915, dok je nakon imputacije taj broj iznosio 6.933. Izuzev rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića (METD-18/04) koja je identična sa Taganrogom, PCA i filogenetsko stablo razdvojili su italijanske i crnogorske genotipove. Eliminacijom duplikata genetičke identičnosti iznad 95%, preostalih 60 genotipova, koji čine sržnu kolekciju, grupisani su u dva subklastera sa različitim geografskih i klimatskih lokaliteta. Jedan subklaster, koji čini 35 genotipova, obuhvata područje crnogorskog Primorja i Hercegovine, dok drugi subklaster, sa 25 genotipova, vezan je za oblast oko rijeke Bojane i Skadarskog jezera. Rezultati dobijeni molekularnom analizom nijesu u korelaciji sa analizama baziranim na morfološkim markerima, čime je potvrđeno da su SNP markeri vrlo efikasni u detekciji strukture populacije. Ispitivanjem javnog mjenja, potvrđena je negativna percepcija o GMO, pesticidima i intenzivnoj proizvodnji, pa se 90,2% potrošača izjasnilo da bi radije organizovali samostalnu proizvodnju jer bi tako bili sigurni da je ista bezbjedna. Rezultati anketiranja su pokazali da bi čak 94,5% ispitanika radije kupilo hljeb proizveden od lokalne sorte pšenice nego od savremene, uvezene sorte, dok bi 88,8% ispitanika izdvojilo veći iznos novca za brašno, hljeb i ostale proizvode proizvedene od lokalnih sorti. U slučaju da se bave poljoprivrednom proizvodnjom, ispitanici su vrlo pozitivno ocijenjenili proizvodnju baziranu na tradicionalnim sortama poljoprivrednih kultura, kako bi proizvodili autentične, lokalne proizvode (78,5%). Ovakvi stavovi ohrabruju kada je riječ i o potencijalnoj reintrodukciji autohtonih sorti. Ključne riječi: tetraploidna pšenica, genetički resursi, UPOV deskriptor, Šenonov indeks, MCA, SNP, taksonomska klasifikacija, percepcija potrošača, SNP imputacija

Abstract Populations of tetraploid wheat have been the most important wheat species grown in Montenegro for a long period of time. Beginnings of the Green Revolution after the Second World War accelerated agrobiodiversity loss, and intensive activities on collecting local wheat populations in Montenegro began with the aim of conservation. In the period from 1955 to 1964, 125 tetraploid wheat accessions were collected in Montenegro and Bosnia and Herzegovina initially divided into seven groups. Failing to develop a conservation program resulted in the loss of part of the collection, and in vegetation season 2018–2019, the remaining 89 accessions deposited in the Montenegrin Plant Gene Bank were regenerated in Danilovgrad in order to study the diversity and valorize this collection. Morphological characterization of regenerated autochthonous population during vegetation season 2019–2020 in Banja Luka, in ear by row system resulted in 389 genotypes characterized. UPOV descriptors for durum wheat were used to analyze 19 morphological traits. As a measure of phenological diversity, the Normalized Shannon Diversity Index (H') was applied. H' varied from monomorphic for the seasonal type (all accessions belong to spring forms), the presence of awns or scurs (all accessions had well-developed awns), and the area of hairiness on the internal surface of the lower glume that was weak for all genotypes. High polymorphism was measured for shoulder width of the lower glume ($H'=0.89$), variety ($H' 0.87$), and frequency of plants with recurved flag leaves ($H'=0.85$) which, obviously were not under

selection pressure. Cluster analysis grouped all genotypes into three classes. Genotypes from group VII, which originate from the area between Dubrovnik and Herceg Novi and Trebinje in the north, were grouped into class three, while other genotypes were distributed in all three classes, and according to the morphological characteristics, it cannot be confirmed that they belong to different forms classified into groups, but it is probably a time–successive formation of the collection. Multiple correspondent analysis resulted in 41 orthogonal dimensions. The first two main dimensions (Dim 1 and Dim 2) explain only 6% and 5.1% of the total variability, respectively, indicating great morphological similarity between populations. Molecular characterization of 89 Montenegrin genotypes was performed via 25K SNP array. Presuming that Montenegrin populations originate from Italy, four Italian populations of durum wheat were included in the analysis: Russello, Capelli, Taganrog, and Svevo. After filtration, the number of informative, polymorphic SNP markers was 6,915, while after imputation that number was 6,933. With the exception of Rogosija with a white ear and brown axis from Brajići (METD–18/04) which is identical to Taganrog, the PCA and the phylogenetic tree separated Italian and Montenegrin genotypes. By eliminating genetic duplicates of genetic identity above 95%, the remaining 60 genotypes forming a core collection, form two subclusters from different geographical and climatic localities. One subcluster, consisting of 35 genotypes, covers the area of the Montenegrin Cost and Herzegovina, while the other subcluster consists of 25 genotypes distributed in the vicinity of the Bojana river and Skadar Lake. The results obtained by molecular analysis are not correlated with analyzes based on morphological markers, which confirms that SNP markers are very effective in detecting population structure. Public opinion polls confirmed the negative perception of GMOs, pesticides, and intensive production, as 90.2% of consumers would prefer to have their own production, which is certain to be safe. It is promising that as many as 94.5% of respondents would rather buy bread produced from a local wheat variety than a modern, imported variety, while 88.8% of respondents would pay a higher price for flour, bread, and other products produced from local varieties. In the case of agricultural production, respondents rated production using traditional plant varieties very positively, to produce authentic, local products (78.5%). Such attitudes encourage when it comes to the potential reintroduction of indigenous varieties. Keywords: tetraploid wheat, genetic resources, UPOV descriptor, Shannon index, MCA, SNP, taxonomic classification, consumer perception, SNP imputation Skraćenice AHC Aglomerativna hijerarhijska klaster analiza (Agglomerative Cluter Analysis) AMOVA Analiza molekularne varijanse (Analysis of Molecular Variance) CAPTP Crnogorske autohtone populacije tetraploidne pšenice CBBG Crnogorska banka biljnih gena CIMMYT

Međunarodni centar za unaprijeđenje kukuruza i pšenice (International Maize and Wheat Improvement Center)

6

) cM Centrimorgan CTAB Cetiltrimethylamonijum bromid DUS Test različitosti, uniformnosti i stabilnosti (Distinctiveness, Uniformity and Stability) DAPC Diskriminantna analiza glavnih komponenti (Discriminant Analysis of Principal Components) DNK Dezoksiribonukleinska kiselina

FAO Organizacija za hranu i poljoprivredu (Food and Agriculture Organization)

85

) GMO Genetički modificovani organizam GPA Globalni plan akcije (Global Plan of Action) GWAS Izučavanje genomskih asocijacija (Genome Wide Association Study) HPLC Visokopritisna tečna hromatografija IBPGR Međunarodni odbor

za biljne genetske resurse (International Board for Plant Genetic Resources

20

)

IPGRI Međunarodni institut za biljne genetske resurse (International Plant Genetic Resources Institute

134

) ICARDA – NBPGR Međunarodni centar za poljoprivredna istraživanja u aridnim područjima – Nacionalni biro za biljne genetske resurse (

International Center for Agricultural Research in the Dry Areas – National Bureau of Plant Genetic Resources

54

) K Kilobaza MAS Selekcija pomoću markera (Marker Assisted Selection) MAF Niža frekvencije alela (Minor Allele Frequency) MCA Višestruka korespondentna analiza (Multiple correspondence analysis) NCBI

Nacionalni centar za biotehnoške informacije (National Center for Biotechnology Information

83

) NGS Sekvencioniranje nove generacije (Next Generation Sequencing) PCA Analiza glavnih komponenti (Principal Component Analysis) PCoA Analiza glavnih koordinata (Principal Coordinate Analysis) RD Relativna udaljenost (Relative Distance) SNP Polimorfizam jednog nukleotida (Single Nucleotide Polymorphism). UPGMA Neponderisana metoda grupe parova

sa aritmetičkom sredinom (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

52

) UPOV USDA– NSGC

Međunarodna unija za zaštitu novih biljnih sorti (International Union for the Protection of New Varieties of Plants

106

) Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država – Nacionalna kolekcija malih žita (United States Department of Agriculture – National Small Grain Collection) QTL Lokus kvantitativnih osobina (Quantitative Trait Loci) Sadržaj	
UVOD.....	9 CILJ I
HIPOTEZA	15 PREGLED
LITERATURE.....	17 Taksonomija vrsta roda
Triticum.....	17 Porijeklo
pšenice.....	19 Istorijat gajenja
Triticum vrsta u Crnoj Gori.....	27 Značaj genetičkih resursa
.....	30 Morfološki i molekularni markeri
.....	36 Ispitivanje javnog mnjenja o upotrebi
tradicionalnih sorti pšenice	39 MATERIJAL I
METODE.....	41 Kolekcija tetraploidne
pšenice.....	41 Regeneracija
CAPTP.....	42 Agroekološki uslovi tokom
perioda regeneracije pšenice.....	44 Morfološka karakterizacija
.....	45 Agroekološki uslovi Banja Luka
.....	47 Morfološki deskriptori –
UPOV.....	48 Molekularna
evaluacija.....	49 Odabir genotipova
.....	49 Sjetva biljaka za DNK ekstrakciju
.....	50 DNK ekstrakcija
.....	51 Elektroforeza na agaroznom gelu
.....	51 SNP genotipizacija na Illumina XT i mapiranje
genotipova.....	51 Imputacija SNP markera
.....	52 Anкета potrošača o tradicionalnim
sortama pšenice	53 Botanička klasifikacija populacija tetraploidne
pšenice	55 Statistička analiza podataka
.....	56 REZULTATI I
DISKUSIJA.....	58 Morfološka karakterizacija
.....	58 Klaster analiza morfoloških podataka
.....	59 Diverzitet morfoloških osobina
genotipova.....	63 Multivarijacione analize morfoloških
osobina.....	70 Molekularna
evaluacija.....	88 DNK ekstrakcija
.....	89 Filtriranje SNP
markera.....	91 Polimorfizam SNP
markera.....	92 Imputacija SNP markera
.....	93 Filogenetska analiza
genotipova.....	94 Analiza genotipova nakon SNP
imputacije.....	106 Klasifikacija CAPTP na osnovu primarne

karakterizacije klasova	111	Rezultati upitnika o tradicionalnim sortama
poljoprivrednog bilja	113	
Zaključci.....	124	
Literatura.....	127	Prilozi
.....	139	UVOD Pšenica

(*Triticum sp.*) je vodeće žito u svijetu i predstavlja osnovni izvor hrane za oko 2,5 milijardi ljudi, odnosno oko 35% svjetske populacije (Giraldo i sar., 2019). Zajedno sa pirinčem i kukuruzom predstavlja osnovnu hranu za čovječanstvo (staple food). Zbog visokog stepena adaptabilnosti različitim klimatskim uslovima, pšenica je najrasprostranjenija poljoprivredna

kultura koja se u svijetu gaji na oko 216 miliona hektara

4

, sa ukupnom godišnjom proizvodnjom od 765 miliona tona i prosječnim prinosima od 3,2 tone po hektaru (FAOSTAT 2021). Gaji se u gotovo svim regionima svijeta. Optimalne zone uzgoja nalaze se na geografskim širinama između 30° i 60° sjeverne, odnosno 27° i 40° južne geografske širine. U pogledu nadmorske visine doseže i preko 3.000 metara (Curtis i sar., 2014; Tadesse i sar., 2019). Sa površinom pod pšenicom od 770,4 hektara Crna Gora zauzima 114., a u pogledu ukupne proizvodnje (2.146,5 tona) 110. mjesto u svijetu. Prosječni prinosi od 2,8 t ha⁻¹ blizu su svjetskog prosjeka i po tom osnovu Crna Gora zauzima 50. mjesto (Monstat 2020).

Meka pšenica (*Triticum aestivum* L.) i tvrda pšenica (*Triticum durum* Desf)

21

.) su najznačajnije vrste gajene pšenice. Od ukupnih površina pod pšenicom u svijetu na meku pšenicu otpada oko 95%. Gajenje tvrde pšenice usko je povezano sa klimatskim uslovima. Tvrda pšenica se odlikuje kraćim vegetacionim periodom i boljom otpornošću na sušu od meke pšenice, te stoga najveći značaj ima za toplija područja, u koja svakako spada i Mediteran (Tidiale Sall i sar., 2019). Osim za proizvodnju hljeba, koji kulturološki prevazilazi puki značaj namirnice i zauzima primat u ishrani, pšenica ima i mnoge druge načine upotrebe, poput izrade tjestenina, velikog broja različitih peciva, skroba, alkohola, slada, dekstroze, stočne hrane, goriva itd. (Jovović i sar., 2017). Istorijski, pšenica predstavlja prvu domestikovanu poljoprivrednu gajenu biljku (Cooper, 2015). Domestikacija divljih formi pšenice bila je dio „neolitske revolucije“ i dogodila se prije oko 12.000 godina. Arheološki ostaci ukazuju da su prve gajene forme pšenice bile tetraploidna dvozna pšenica – emer (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) 1 <http://www.fao.org/faostat/en/> Thell.), u dolini južnog Levanta – današnji Iran i diploidna jednozna pšenica (*Triticum monococcum* L.), u Istočnoj Turskoj (Heun i sar., 1997). Najranije kultivisane oblike pšenice iz divljih populacija izdvojili su drevni poljoprivrednici (Webster, 2011; Jovović i sar., 2016). U narednim vjekovima gajene su lokalno adaptirane sorte pšenice velikog genetskog diverziteta, proizvedene od čuvanog sjemena iz prethodne žetve (Feldman i sar., 1981). Razvoj poljoprivrede je bio pokretač za nastanak i razvoj civilizacije i već 2.000 godina nakon samih početaka domestikacije, društvene zajednice postaju stabilnije čime se smanjuje migracija primitivnih zajednica u potrazi za hranom (Fuller i sar., 2019). Upravo i prva civilizacija, Mesopotamija, nastaje u oblasti oko rijeka Tigar i Eufrat gdje je datiranjem izotopom ugljenika 14 otkriveno da je na tom području divlji emer uzgajan 9600. godina p.n.e. (Peleg i sar.,

2011; Acquaah, 2012). Iz centara porijekla, pšenica je prenešena do Grčke u osmom milenijumu p.n.e, Balkana, Italije, Francuske i Španije u sedmom milenijumu p.n.e, Velike Britanije i Skandinavije oko petog milenijuma p.n.e, Kine u trećem milenijumu p.n.e, Meksika 1529. i Australije 1788. godine (Jones i sar., 2009; Barker i sar., 2015). Pretpostavlja se da su prvobitne neolitske kulturne biljke migracijom stanovništva duž obala Mediterana stigle i na naše područje, a da su u to doba dvozrnici i jednozrnici bile najvažnije kulture (Zohary, 2017). Tetraploidna pšenica, čija je proizvodnja zonalnog karaktera i vezana isključivo za područje mediteranske klime Crne Gore, Hercegovine i Dalmacije, vjerovatno je iz svog centra porijekla, Anadolije, u prvom milenijumu p. n. e. došla na ovo područje preko Grčke ili Italije zahvaljujući veoma razvijenim kulturološkim i trgovačkim vezama sa Dračom i Primorjem. Prema Pavićeviću (1963a) gajenje meke pšenice na ovim prostorima počinje u XIV vijeku. Integriranjem naučnih otkrića i znanja u cilju što intenzivnijeg korišćenja prirodnih resursa, poljoprivreda je sredinom XX vijeka, kao rezultat Zelene revolucije, potpuno promijenila svoj tok (Jovović i sar., 2016). U posljednjih 50 godina sa uvođenjem visokoprinosnih sorti žita, mineralnih đubriva, pesticida, navodnjavanja i mehanizacije prinosi pšenice u svijetu su utrostručeni (Davies, 2003; Everson i sar., 2003). Šest osnovnih praksi stvorilo je okosnicu proizvodnje pšenice: intenzivna obrada zemljišta, monokultura, primjena neorganskih đubriva, navodnjavanje, hemijska kontrola patogena i genetska manipulacija usjevima (Khush, 2001). Međutim, uz gotovo svaki benefit moderne poljoprivrede nastajali su i brojni problemi koji ugrožavaju održivost poljoprivredne proizvodnje. Prekomjerna obrada zemljišta dovela je do njegove degradacije i gubitka organske materije, erozije i zbijanja tla. Monokulture su posebno sklone razarajućim epidemijama patogenih organizama (Jovović i sar., 2016). Prekomjerna upotreba đubriva dovela je do zagađenja životne sredine, a savremene sorte pšenice u velikoj mjeri su doprinijele gubitku genetskog diverziteta i nemogućnosti održavanja visokih prinosa bez primjene sintetičkih inputa (Cooper, 2015). Dodatni teret predstavljaju klimatske promjene, koje, usljed vremenskih ekstrema, dovode do nestabilnosti prinosa (Yang i sar., 2013; Xiao i sar., 2018). U eri sve izraženijeg uticaja klimatskih promjena i rasta čovjekovih potreba, društvu je potreban jedan potpuno novi koncept razvoja koji će osigurati dugoročno i održivo snabdijevanje hranom (Jovović i sar. 2016). Sigurnost hrane u razvijenom svijetu danas više ne predstavlja izazov. Rast životnog standarda direktno je srazmjeran rastu svijesti i potražnji za visokokvalitetnim i bezbjednim poljoprivrednim proizvodima (Velimirović i sar., 2021). Na drugoj strani su nerazvijene zemlje gdje i dalje nema dovoljnih količina hrane. U ovom trenutku na planeti Zemlji živi preko sedam milijardi stanovnika, a procjene su da bi taj broj do 2050. godine mogao nadmašiti devet milijardi (Llewellyn, 2018). U cilju održivog upravljanja prirodnim resursima nameće se hitna potreba za iznalaženje dugoročnog i održivog sistema upravljanja koji će obezbijediti dovoljne količine bezbjedne hrane i minimizirati negativan uticaj na životnu sredinu. Biodiverzitet predstavlja temelj evolucije i prirodni resurs koji omogućava bolje prilagođavanje usjeva, a lokalne sorte i divlji srodnici poljoprivrednih kultura neprocjenljiv izvor fenotipske plastičnosti i genetske varijabilnosti koja može odgovoriti savremenim izazovima (Zeven, 1998; Jovović i sar., 2017). Elastičnost proizvodnih sistema koji će omogućiti proizvodnju zdrave i bezbjedne hrane za sve ljude na svijetu, uz istovremeno očuvanje biodiverziteta i prirodnih resursa, direktno zavisi od održivog korišćenja genetičkih resursa i tradicionalnih znanja koja su povezana sa genetičkim resursima (Jovović i sar., 2020b). Nekonrolisana eksploatacija prirodnih resursa i klimatske promjene uticali su na značajan gubitak biodiverziteta, a

(Jovović i sar., 2016). Modernizacija poljoprivrede i sjetva malog broja visokoprinosnih sorti, dovela je do značajnog pada diverziteta kulturnog bilja, pa se procjenjuje da je u XX vijeku izgubljeno oko ¾ ukupnog svjetskog poljoprivrednog diverziteta (Hammer i sar., 2015; Pilling i sar., 2020). Već početkom XX vijeka bilo je jasno da će opstanak čovjeka na planeti direktno zavisiti od racionalne eksploatacije genetičkih resursa, pa su upravo tada i učinjeni prvi koraci u pravcu njeihovog očuvanja (Jovović i sar. 2020a). Nikolaj I. Vavilov je prepoznao neophodnost integrisanja genetičke varijabilnosti koju u sebi nose lokalne populacije u programe oplemenjivanja, uprkos tome što su nove, gentički uniformne selekcije davale veće prinose (Jovović i sar., 2020a). Uvidjevši da jednom izgubljeno genetičko nasljeđe lokalno adaptiranih populacija, kao najugroženijeg oblika genetičkih resursa, nije moguće ponovo rekonstruisati, Vavilov je kroz veliki broj kolekcionih ekspedicija širom svijeta, u prvoj polovini XX vijeka, uspio da sakupi oko 250.000 uzoraka sjemena kulturnih biljaka i tako ih spasi od trajnog nestajanja (McElroy, 2014; Anđelković i sar., 2020). Prve planske inicijative očuvanja genetičkih resursa poljoprivrednog bilja počinju 1970–tih godina kada se

od strane Organizacije za hranu i poljoprivredu (Food and Agriculture Organization) – FAO i 128

Međunarodnog odbora za biljne genetičke resurse (International Board for Plant Genetic Resources) – IBPGR) formiraju prve banake biljnih gena kao najznačajniji oblici kontrole genetičke erozije u kojima se čuvaju najugroženije sorte poljoprivrednog bilja i ekotipovi biljnih vrsta (Jovović i sar., 2013; Mladenović Drinić i sar., 2017; Anđelković i sar., 2020). Danas u svijetu postoji oko 1.750 banki biljnih gena koje podrazumijevaju sistematizovan pristup dokumentaciji, karakterizaciji i evaluaciji

biljnih genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu (Jovović i sar. 2013; Ebert i sar. 2020). **U** 141

bankama biljnih gena na globalnom nivou postoji više od 80 kolekcija pšenice, sa više od 800.000 uzoraka. Najveće kolekcije pšenice čuvaju se u Međunarodnom centru za unaprijeđenje kukuruza i pšenice CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center, Meksiko (preko 100.000 uzoraka) i u Nacionalnoj kolekciji strnih žita Ministarstva poljoprivrede Sjedinjenih Američkih Država USDA–

NSGC (National Small Grain Collection – United States Department of Agriculture 11

), Ajdaho, SAD (oko 40.000 uzoraka). Po 30.000 uzoraka pšenice čuva se u Sveruskom istraživačkom institutu za biljnu proizvodnju N. I. Vavilov Ministarstva nauke i visokog obrazovanja (

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова Министерство науки и 35

Resources

), Indija i Institutu za bioresurse i bionauke, Nacionalnog istraživačkog centra IBBR– CNR (Istituto di bioscienze e biorisorse, Centro Nazionale delle Ricerche) Bari, Italija². Tu ulogu u Crnoj Gori ima Crnogorska banka biljnih gena, osnovana 2004. godine na Biotehničkom fakultetu u Podgorici. Pomenuti scenario gubitka genetičkih resursa odigrao se i na teritoriji Crne Gore, gdje je agresivna introdukcija elitne germplazme, dovela do osjetne erozije genofonda pšenice (Jovović i sar., 2017, 2021). Ubrzan gubitak lokalnih sorti zahtijevao je hitnu akciju. Prepoznavši opasnost od nestanka lokalnih populacija, akademik Ljubo Pavićević, 50–tih godina prošlog vijeka, započinje aktivnosti na prikupljanju i očuvanju genofonda pšenice. Tokom tog perioda sakupljeno je 125 autohtonih populacija tetraploidne pšenice. Relativno kasno osnivanje banke biljnih gena u Crnoj Gori, nepostojanje jasnog programa konzervacije, nedostak finansijskih sredstava, ali i mnogi drugi činioci uticali su da dio prikupljenog materijala bude trajno izgubljen (Jovović i sar., 2017). Skoro sve ove populacije odavno su iščezle iz proizvodnje, te su aktivnosti na karakterizaciji ove kolekcije od izuzetnog značaja za njeno očuvanje, održivo korišćenje, ali i potencijalnu reintrodukciju na poljoprivredne površine (Jovović i sar. 2021). Potencijalna vrijednost genetičkih resursa za hranu i poljoprivredu zavisi od obima njihove upotrebe u poljoprivredi (Jovović i sar., 2020b). Preduslov dalje upotrebe i očuvanja kolekcionisanih resursa poljoprivrednog bilja u velikoj mjeri zavisi od kapaciteta identifikacije kao važnog elementa konzervacije genetičkih resursa. Karakterizacijom se dobija jasna procjena vrijednosti kolekcije, eliminišu duplikati i izdvajaju reprezentativni uzorci koji u daljem oplemenjivačkom radu mogu biti važan izvor novih gena. Pored toga, toškovi čuvanja i regeneracije ovih resursa značajno se smanjuju. Determinacijom sličnosti i različitosti između genotipova, uspostavlja se sržna kolekcija (core collection) koja se koristi za dalja ispitivanja, a koju čini manji broj reprezentativnih, međusobno različitih uzoraka koji u velikoj mjeri obuhvataju diverzitet čitave kolekcije. Alati koji se koriste za deskripciju, klasifikaciju i valorizaciju ovih resursa su morfološki markeri, koji su najčešće u upotrebi i koji predstavljaju morfološke pojavne oblike jedinki u sprezi sa molekularnim markerima, kojima se detektuje polimorfizam na nivou DNK lanca (Spooner i sar., 2005; Mangini i sar., 2017). Iako savremene sorte imaju brojne prednosti u odnosu na tradicionalne, što se prije svega ogleda u prinosisima, neke od osobina tradicionalnih sorti (izražena otpornost na bolesti, 2 <https://www.genebanks.org/resources/crops/wheat/> duži i intenzivniji proces fotosinteze, bolje razvijen korijenov sistem, otpornost prema polijeganju i visok sadržaj bjelančevina u zrnu), koje su pri tom ispoljene u uslovima ekstenzivnog ratarenja, su vrlo važne za buduće selekcionarne programe. Stvaranje novih, unaprijeđenih kultivara gajenih biljaka, baziraće se na većem genetičkom diverzitetu i resursima koji se odlikuju većom tolerantnošću prema negativnom uticaju faktora spoljašnje sredine (Jovović i sar., 2020b). Primitivne sorte i lokalne populacije predstavljaju važan izvor gena koji se mogu uključiti u programe oplemenjivanja, a kojima će se povećati adaptabilnost i tolerantnost novih sorti na nepovoljne uslove životne sredine (Jovović, 2021). Očuvanje i održiva upotreba genetičkih resursa zahtijevaju cjelovit i sveobuhvatan pristup koji će omogućiti da se kroz prihvatljive razvojne modele obilje raspoloživog autohtonog materijala i brojna tradicionalna znanja stave u funkciju razvoja. Za uspjeh u ovom poslu

bankama biljnih gena, čime će se te kolekcije učiniti lako dostupnim relevantnim oplemenjivačkim i naučnim institucijama širom svijeta (Shewry, 2009, Jovović i sar., 2016). Unaprijeđenje in situ i ex situ programa očuvanja sorti i njihovih divljih srodnika, zajedno sa politikama koje promovišu njihovu održivu upotrebu, predstavlja najvažniji preduslov njihove veće upotrebe u sve izazovnijoj i neizvjesnijoj budućnosti. CILJ I HIPOTEZA Banke biljnih gena predstavljaju dragocjen izvor resursa za unaprijeđenje usjeva kroz programe kolekcionisanja, ex situ očuvanja i razmjene jedinstvene germplazme sa oplemenjivačima i genetičarima širom svijeta. Svakodnevnim rastom broja uzoraka u bankama gena rastu i troškovi skladištenja, pa je zato neophodna efikasna karakterizacija genfonda, kako bi se smanjili operativni troškovi, a ovi resursi učinili dostupnijim i više korištenim od strane naučne zajednice i oplemenjivača (Singh i sar., 2019). Brojne studije ukazuju da autohtone sorte i divlji srodnici poljoprivrednog bilja koji se čuvaju u bankama biljnih gena, kao donatori poželjnih osobina, posjeduju potencijal za prevazilaženje različitih abiotičkih i biotičkih stresova (Pržulj i sar., 2020). Sa druge strane, veliki broj uskladištenih uzoraka u bankama gena predstavlja duplikate, pa je sa ekonomskog aspekta njihovo čuvanje neopravdano. Detaljno proučavanje crnogorske kolekcije lokalnih populacija tetraploidne pšenice obavljeno je sa ciljem da se: – regeneracijom sjemena konzerviranih genotipova tetraploidne pšenice procjeni njihova uniformnost i izvrši selekcija reprezentativnih uzoraka koji će biti korišćeni u daljnim istraživanjima; – botaničkom klasifikacijom utvrdi tačna taksonomska pripadnost svake pojedinačne populacije zbog postojanja velike fenotipske sličnosti između tvrde (*Triticum turgidum* ssp. *durum* (Desf.) Husn.) i *turgidum* pšenice (*Triticum turgidum* ssp. *turgidum*); – primarnom karakterizacijom uz upotrebu UPOV deskriptora utvrdi sličnost ili različitost proučavanih populacija koje će se primjenom statističkih analiza razdvojiti u posebne grupe, a što će biti osnov za formiranje sržne kolekcije (core collection) sastavljene od manjeg broja međusobno različitih populacija; – sekundarnom (DNK) evaluacijom uz primjenu molekularnih markera izvrši procjena stepena diferencijacije između različitih CAPTP; – putem onlajn ankete utvrdi percepcija javnog mnjenja o tradicionalnim sortama i procijeni zainteresovanost potrošača za njihovom većom upotrebom. Zbog ograničenog broja dokaza u ovom istraživanju se pošlo od sljedećih hipoteza: – hipoteza 1: da će u crnogorskoj kolekciji tetraploidne pšenice, koju čini 89 autohtonih populacija, biti determinisani genotipovi koji taksonomski pripadaju vrstama *Triticum durum* Desf. i *Triticum turgidum* L.; – hipoteza 2: da će morfološke i molekularne analize pokazati postojanje divergentnosti dovoljne za formiranje sržne kolekcije koja će u potpunosti reprezentovati genetički diverzitet kolekcije; – hipoteza 3: da će se u crnogorskoj kolekciji tetraploidnih pšenica, zbog male geografske udaljenosti između Crne Gore i Italije i viševjekovnih trgovačkih, političkih i kulturoloških veza, identifikovati CAPTP koji vode porijeku iz Italije; – hipoteza 4: da će morfološka i molekularna evaluacija dati jasnu procjenu genetičkog diverziteta CAPTP u smislu identifikacije unikatnih genotipova i njihovih duplikata; – hipoteza 5: s obzirom na sve veće zahtjeve stanovništva za zdravstveno bezbjednom hranom, u Crnoj Gori postoji značajan potencijal za proizvodnju i promet proizvoda od tradicionalnih sorti pšenice. PREGLED LITERATURE Taksonomija vrsta roda *Triticum* Klasifikacija roda *Triticum* L.3 je sljedeća: carstvo: Plantae razdio: Tracheophyta klasa: Magnoliopsida

Triticum L

. Taksonomija pšenice ima dugu historiju. Prvu klasifikaciju pšenice dao je Karl Line (Balint i sar., 2000). U svojoj knjizi "Species plantarum", objavljenoj 1753. godine, on običnu pšenicu označava kao *Triticum aestivum* L. Narednih 250 godina, kako su rasla znanja o pšenici, mijenjali su se ne samo nazivi, već i njena klasifikacija (Balint i sar., 2000). Lineova klasifikacija je bazirana na nizu jasno uočljivih karakteristika, kao što su: fenologija (jara pšenica – *T. aestivum* L.; ozima pšenica – *T. hibernum* L.), spelta (*T. spelta* L.) i morfologija pljeve (*T. polonicum* L.). U prvoj od savremenih klasifikacija Schulza iz 1913. godine, sve vrste iz roda *Triticum* podijeljene su u tri grupe: jednozrnici, dvozrnici i spelta (Yen i sar., 2020). I danas se za klasifikaciju pšenice koriste morfološke karakteristike kao što su: maljavost pljeve (gole, maljave), boja pljeve (crna, crvena ili bijela), razvoj osja (sa ili bez) i boja zrna (crna, crvena, zelena, plava ili bijela) (Hillman i sar., 1996). Svaka od ove četiri taksonomske osobine su pod jednostavnom genetskom kontrolom, dok boju zrna i boju pljeve kontrolišu homologni geni (McIntosh i sar., 2008). Od XX vijeka, klasifikacija pšenice bazira se na citogenetskim i genetskim principima 3 Preuzeto 26.03.2021. iz Integrisanog taksonomskog informacionog sistema (ITIS) (<http://vww.itis.gov>). (Hillman, 2001). Citogenetske analize Sakamure (1918) i Kihare (1924) dokazale su da vrste roda *Triticum* čine poliploidnu sekciju diploidnih, tetraploidnih i heksaploidnih serija (McIntosh i sar., 2008). Kod različitih klasifikacija uglavnom postoji nesklad oko broja vrsta i podvrsta u svakoj ploidnoj sekciji. Vecina gore pomenutih sistema je i dalje u upotrebi, što dovodi do nesporazuma u klasifikaciji i nomenklaturi brojnih vrsta roda *Triticum* (Balint i sar., 2000). Postoji više klasifikacija pšenice od kojih su danas najviše u upotrebi klasifikacije MacKeya, koja je više puta modifikovana od strane drugih autora (1966, 1968, 1975, 1977, 1989 i 2005. godine) i Dorofeeva iz 1979. godine (Bernhardt, 2015). Zapadni naučnici uglavnom koriste klasifikaciju MacKeya, dok naučnici Istoka slijede klasifikaciju Dorofeeva (Goncharov, 2005). MacKey je koristio mali broj gena uključenih u kontrolu morfoloških razlika pa ovu klasifikaciju karakteriše jednostavnost i svega deset vrsta. Dorofeeva klasifikacija prepoznaje 27 vrsta, podijeljenih u dva podroda *Triticum* i *Boeoticum*, u zavisnosti od toga da li je prisutan genom Ab ili Au (Goncharov, 2011). Ostali rodovi u podplemenu *Triticinae* su *Aegilops* L., *Ambliopirum* (Jaub. & Spach) Eig, *Secale* L. (raž), *Agropiron* Gaertn. (pšenična trava) i *Hainaldia* Schur. Takonomija roda *Triticum* po MacKey-u iz 2005. godine dijeli rod *Triticum* na četiri sekcije: – prva sekcija: *Monococcon* Dumort. čine diploidne vrste ($2n=14$) u koje spadaju *Triticum monococcum* L. (AA) i *Triticum urartu* Tumanian ex Gandilyan. Genom A vodi porijeklo od *Triticum urartu*; – u drugu sekciju *Dicoccoidea* Flaksb. spada tetraploidna serija ($2n=28$), odnosno *Triticum turgidum* L. (BBAA) u koju su uključene *turgidum* i *durum* podvrste pšenice. Genom B vodi porijeklo od *Aegilops speltoides*; – treća sekcija: *Triticum* ($2n=42$) čini heksaploidna serija *Triticum zhukovskyi* Menabde & Ericz (GGAAAA), *T. kiharae* Dorof. et Migush. (GGAADD) i *Triticum aestivum* L. (BBAADD) sa podvrstama. Po MacKeyu, G genom potiče od vrste *Aegilops speltoides*, a D genom vodi porijeklo od *Triticum tauschii* (Goncharov, 2011) i – četvrta sekcija: *Triticosecale* (Wittm. ex Camus) Mac Key spadaju tri vrste:

***T. semisecale* Mac Key, *T. neoblaringhemii* (Wittm. ex Camus) Mac Key, comb. nov . i *T. rimpaui* (Wittm.) Mac Key** 1

. Dorofeev (1979) razlikuje dva podroda (subgenera): *Triticum* i *Boeoticum* Migusch. et Dorof. Podrod *Triticum* dalje dijeli na sekciju *Urartu* Dorof. et A. Filat. u koju spada grupa vrsta jednozrnici i vrsta *T. urartu* Thum. ex Gandil. sa diploidnim brojem hromozoma – $2n=14$ (AA), sekcija *Dicoccoides* Flaksb, tetraploidni dvozrnici sa vrstama

***T. dicoccoides* (Koern. ex Aschers. et Graeb.) Schweif. (AuB), *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl .** 1
***T. karamyshevii* Nevski** $2n=28$ (**AuB**) i ***T. ispahanicum* Heslot** $2n=28$ (**AuB**)

) . Genom Au vodi porijeklo od *Triticum urartu*. Sekciju *Triticum* – goli tetraploidi čine vrste

***T. turgidum* L. (AuB), *T. jakubzineri* Udacz. et Schachm., *T. durum* Desf. (AuB), *T. turanicum* Jakubz. (AuB), *T. polonicum* L. (AuB), *T. aethiopicum* Jakubz. (AuB) i *T. carthlicum* Nevski (syn. *T. persicum* Vav.) (AuB** 1

) . U ovu sekciju spadaju i grupe vrsta sa heksaploidnim vrstama ($2n=42$), spelta i vrstama

***T. macha* Dekapr. et Menabde (AuBD), *T. spelta* L. (AuBD) i *T. vavilovii* (Thum.) Jakubz. (AuBD** 1

) i goli heksaplodi sa vrstama

***T. compactum* Host (AuBD), *T. aestivum* L. (AuBD), *T. sphaerococcum* Perciv. (AuBD) i *T. petropavlovskiyi* Udacz. et Migusch. (AuBD) . Podrod ***Boeoticum* Migusch. et Dorof** . obuhvata sekciju ***Monococcon* Dum** 1**

. sa grupama vrste jednozrnici (vrste: *T. boeoticum* Boiss. (Ab) i *T. monococcum* L. (Ab)) i goli jednozrnici (vrsta *T. sinskajae* A. Filat. et Kurk (Ab)). Genom Ab vodi porijeklo od *Triticum boeoticum*. Sekcija *Timopheevii* A. Filat. et Dorof. podijeljena je na grupu vrsta dvozrnici (vrste

***T. araraticum* Jakubz. (AbG), *T. timopheevii* (Zhuk.) Zhuk. (AbG) i *T. zhukovskyi* Menabde et Erizjan (AbAbG** 1

)) i goli tetraploidi (vrsta

***T. militinae* Zhuk. et Migusch (AbG) . Posljednju sekciju čine ***Kiharae* Dorof. et Migusch** 1**

i grupa vrsta spelta u koju je klasifikovana vrsta *T. kiharae* Dorof. et Migusch. (AbGD) (Goncharov 2011). Porijeklo pšenice Istorija čovječanstva podijeljena je na dva nejednaka perioda: biološka evolucija koja je trajala nekoliko miliona godina u kojoj je čovjek bio sakupljač hrane i lovac i kulturna evolucija koja traje nešto više od 12.000 godina u kojoj se zahvaljujući sopstvenoj kreativnosti ili pak pukoj slučajnošću odigrao uspon čovjeka koji oslikava današnju vrstu *Homo sapiens* (Kremer 1993, Barker i sar. 2015). Razvoj poljoprivrede otpočeo je kulturnom evolucijom i početkom prilagođavanja prirode čovjeku, pripitomljavanjem životinja i kultivacijom biljaka (Pržulj i sar., 2020). Usljed globalnih klimatskih promjena, topljenja glečera nakon Ledenog doba, dolazi do reorganizacije ekosistema (Gupta, 2004). Domestikacija životinja i biljaka, te razvoj različitih agrotehničkih praksi odvijali su se nezavisno i na velikom broju lokacija širom svijeta (Larson i sar., 2010). Arheološki ostaci ukazuju da se počeci poljoprivrede vezuju za oblast Plodnog polumjeseca na Bliskom istoku, 10.000 godina p. n. e. (Fig. 1) (Flannery 1973; Loeffler i sar., 2015; Forrester, 2018). Fig. 1. Plodni polumjesec – Porijeklo civilizacije i poljoprivrede (Velimirović i sar., 2020) O centrima porijekla poljoprivrednih vrsta prvi piše Nikolaj Vavilov 1924. godine. Te godine on navodi da postoje tri centra, da bi 1926. godine broj centara porijekla povećao na pet, 1929. na šest, 1931. na sedam i 1935. godine na osam: (1) Centralna Amerika (južni Meksiko) odakle potiče oko 25 poljoprivrednih vrsta; (2) Južnoamerički centar koji čine Peru, Ekvador i Bolivija, (2A) Čileanski i (2B) Brazilsko – Paragvajski centar sa 62 vrste; (3) Mediteran (južna Evropa i sjeverna Afrika) iz kog potiču 84 vrste; (4) Bliski Istok (Mala Azija, Iran, Zakavkazje, Turkmenistan) sa 83 vrste; (5) Sjeveroistočna Afrika (Etiopija, Eritreja, Somalija) 38 vrsta; (6) Centralnoazijski centar (Jugozapadna Indija, Avganistan, Tadžikistan, Uzbekistan) 43 vrste; Indijski centar u koji spadaju (7) Indo–Burma i (7A) Sijam – Malaj – Java sa 172 vrste i (8) Kineski centar sa 136 endemičnih vrsta (Corinto, 2014; Ladizinsky, 1998) (Fig. 2). Vavilov je 1940. godine broj centara smanjio na sedam (Crow, 2001). Plodni polumjesec je centar porijekla ječma, pšenice i raži (Jovović i sar., 2017; Pourkheirandish i sar., 2018). Iako se domestikacija biljaka i životinja dešava nezavisno u mnogim djelovima svijeta, ipak, nijedna od ovih biljnih vrsta i pripitomljenih životinja nije imala tako veliki uticaj na istoriju čovječanstva kao što je imala pšenica (Lev–Yadun i sar., 2000). Fig. 2. Osam centara porijekla poljoprivrednih vrsta po N. Vavilovu (Ladizinsky, 1998) (istočne SAD (1.000 – 2.000 godina p. n. e.), centralni Meksiko (2.000 – 3.000 godina p. n. e.), sjever Južne Amerike (2.000 – 3.000 godina p. n. e.), Subsaharska Afrika (2.000 – 3.000 godina p. n. e.), Plodni polumjesec (10.000 godina p. n. e.), oblast oko rijeka Jangcekjang i Žute rijeke (7.000 godina p. n. e.) i Nova Gvineja (4.000 – 7.000 godina p. n. e.)) (Diamond, 2003) Vavilov i Flaksbergerger navode tri centra porijekla pšenice: obična (

Triticum vulgare Host. 2n=42) i patuljasta pšenica (Triticum compactum Host., 2n=42

4

) vode porijeklo iz jugozapadne Azije;

tvrda (Triticum durum Desf., 2n=28) i poljska pšenica (Triticum polonicum L., 2n=28) iz Etiopije (**Abisinija**

4

);

**divlji dvozrnac (*Triticum dicoccoides* Körn, 2n=28) iz srednje Azije (Sirija, Palestina i
Jermenija), a divlji (*Triticum monococcoides* L., 2n=14) i gajeni jednozrnac (*Triticum monococcum*
L., 2n=14) iz Male Azije i**

4

južnog Balkana (Smith, 2005; Dal Martello i sar. 2018; Pilling i sar., 2020). Kroz procese prirodne hibridizacije i antropogene selekcije, od divljih srodnika pšenice povoljnih karakteristika (laka žetva, smanjeno rasipanje i veći prinos sjemena) razvile su se nove forme pšenice – tetraploidna (AABB) pšenica (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) sa četiri seta hromozoma (28 hromozoma) na Bliskom Istoku i heksaploidna (AABBDD) obična pšenica (*Triticum aestivum*) sa 42 hromozoma u zapadnoj Aziji (Kimber i sar., 1987). Porijeklo genoma A je *Triticum urartu*, genoma D *Triticum tauschii*, dok porijeklo genoma B nije sa sigurnošću utvrđeno. Jedna od pretpostavki je da potiče od srodnika vrste *Aegilops speltoides* (Fig. 3) (Feldman i sar., 1981; Wang i sar., 2013; Marcussen i sar., 2014; Mirzaghaderi i sar., 2019). Iz centara porijekla, pšenica je na Balkansko poluostrvo dospjela 3.000 godina nakon njene domestikacije (Breiman i sar., 2013; Barker i sar., 2015). Preko jugoistočnog Balkana pšenica je prvi put stigla u Evropu, odakle se proširila u dva pravca: prvi, kopnenim putem duž obala Dunava i Rajne do Mađarske, Austrije, Slovačke, Češke, Poljske i Njemačke, preko zemalja Beneluksa do obala Sjevernog mora i drugi, obalom Sredozemnog mora do Italije, južne Francuske, Španije i Portugala, 4.000 p.n.e. (Snape i sar., 2013). Fig. 3. Porijeklo A, B i D genoma pšenice (Snape i sar., 2013) Procesom domestikacije biljaka i životinja, pod uticajem selekcije dolazi do bioloških promjena koje povećavaju njihovu korisnost i pojave novih formi sve zavisnijih od čovjeka (Zeder, 2008; Peng i sar., 2011). U ovoj uzajamnoj relaciji između poljoprivrednih resursa i antropogenih inputa, već u periodu oko 2.000 godina nakon početka domestikacije, smanjuje se potreba potrage za hranom i društvene zajednice od tada postaju stabilnije (Gignoux i sar., 2011). U tom periodu formiraju se prve naseobine koje rastom populacije počinju da zauzimaju sve šira geografska područja (Flannery, 1973). Međutim, nijedno formirano naselje nije se odlikovalo potrebnim stepenom samodovoljnosti, pa iz tih razloga započinje se razvijati trgovina, bazirana na razmjeni roba kao vitalnoj komponentni opstanka ovih zajednica (Lev–Yadun i sar., 2000). Vremenom, poljoprivredna društva postaju sve kompleksija i kao posljedica uvođenja religioznih praksi, pravnog sistema i društvenih normi između 8.000. i 3.100. godine p.n.e. nastaju prve civilizacije (Gignoux i sar., 2011). Političko uređenje Mesopotamije počinje u gradu Sumeru prije 5.000 godina, spajanjem i širenjem društvenih zajednica (Oates i sar., 2007). To je uslovilo da se i poljoprivredni sistemi kontinuirano razvijaju i postaju sve sofisticiraniji, naročito oni u domenu skladištenja žita i navodnjavanja (Flannery, 1973). Fig. 4. Vršidba pšenice u Egiptu (Mark, 2017) U dolini Nila prije 5.500 godina razvoj poljoprivrede doprinosi rastu bogastva i razvoju hijerarhijskog sistema uređenja društva. Egipat je imao jedno od najsloženijih društava drevnog svijeta (Bowman i sar., 1999). Upravljanje poljoprivredom je kontrolisano državnim aparatom na čelu sa velikim vezirom. Kanali duž Nila korišćeni su za navodnjavanje, a zemlja je obrađivana drvenim plugom koji su vukli volovi ili magarci (Janick, 2002). Za žetvu se koristio srp (Fig. 4). Poljoprivreda je bila osnov privrede Antičke Grčke i Rima. Gotovo 80% stanovništva bilo je uključeno u ovu aktivnost (Barker i sar., 2015). Prosperitet većine grčkih i rimskih gradova zasnovan je na poljoprivredi i sposobnosti da proizvedu neophodni višak koji je dijelu stanovništva omogućio da razmjenjuje robu i bavi se trgovinom (Bowman i sar., 1999). Žita, masline i vino bila su tri najvažnija proizvoda na tržištu (Zeder, 2008). Glavni izvor snabdijevanja Rimljana žitom bio je Egipat (Bowman i sar., 1999). U Grčkoj je intervencija države bila ograničena, sa izuzetkom žita koje se uvozilo iz Egipta, kako bi se osiguralo da stanovništvo u vrijeme suše ne gladuje (Barker i sar., 2015). Razvoj poljoprivrede nastavlja se tokom

Srednjeg vijeka, dominantno u zemljama sjeverno od Alpa i Arapskom poluostrvu (Goodale i sar., 2010). Taj period se odlikuje brojnim modifikacijama agrotehničkih mjera razvijenih u drevnim civilizacijama (Higgs, 1986). Usljed društvenih promjena, sve većeg pritiska rastuće populacije i klimatskih faktora, močvarna zemljišta i šume postaju poljoprivredna zemljišta (Pretty, 1990). Polja pod oranicama rastu, a zemljište se obrađuje plugovima koje vuku goveda (Kremer, 1993). Krajem X vijeka na području zapadne Evrope počinje se koristiti plug na točkovima (Kremer, 1993). U srednjevjekovnim selima primijenjivala su se tri osnovna načina obrade i korišćenja zemljišta: - dva polja su korišćena za ljetnju i zimsku sjetvu, dok je treće polje „odmaralo“ (ugar); - pšenica i raž sijani su zimi, a grašak, pasulj, ječam i sočivo ljeti; - svake godine usjevi su se rotirali, a isti usjev nije gajen na istom zemljištu (Pretty, 1990). Ove prakse obezbjeđivale su dugoročnu plodnost zemljišta (Pretty, 1990). Đubrenje usjeva je takođe uvedeno kao dio agrotehničkih mjera, a korišćena je mješavina gline, kreča i stajnjaka (Barker i sar., 2015). Uprkos mnogim novim praksama, prinosi u Srednjem vijeku dostizali su tek petinu današnjih prinosa pšenice (Kremer, 1993). Otkrićem Amerike 1492. godine počinje Novi vijek, kada se kao posljedica globalne razmjene, u proizvodnju uvode nove kulture (Hurt, 2002). Kukuruz, krompir, paradajz, paprika i slatki krompir su ključni usjevi koji su se širili od Novog svijeta ka Starom, dok su pšenica, ječam, pirinač i repa putovale od Starog do Novog svijeta (Asouti, 2013). Širenje poljoprivrednih vrsta uzrokovalo je rast populacije širom svijeta i trajan uticaj na mnoga društva u ranom modernom periodu (Zahid i sar., 2016). Tada se po prvi put počinje koristiti đubrivo gvan, uvezeno iz Perua i primjenjivati arsen, kao vještački pesticid (Selene i sar., 2003, Santana–Sagredo i sar., 2021). Ovaj period značajne intenzifikacije poljoprivrede označen je kao Druga poljoprivredna revolucija (Allen, 1999). Između XVII i XIX vijeka, Britanija doživljava dramatično povećanje poljoprivredne produktivnosti, pa je taj period poznat i kao Britanska poljoprivredna revolucija (Allen, 1999). Industrijski i komercijalni interesi doveli su do napretka u poljoprivrednoj mehanizaciji što je dovelo do značajnog povećanja produktivnosti (Asouti, 2013). Motori sa unutrašnjim sagorijevanjem korišćeni su u kombajnama i traktorima, a hemijska tehnologija je pronašla primjenu u sintetičkim đubrivima i pesticidima (Everson i sar., 2003). Zahvaljujući ovim praksama, procenjuje se da su u XIX vijeku prinosi pšenice udvostručeni (Allen, 2016). Jedno od najvećih dostignuća u poljoprivrednom razvoju krajem XIX vijeka bilo je stvaranje novih, visokorodnih sorti i hibrida (Reeves i sar., 2002). Genetika, nauka koja proučava principe nasljeđivanja, nalazi svoju punu praktičnu primjenu (Pingali, 2012). Mendelovi principi nasljeđivanja primijenjeni su pri razvoju polupatuljastih sorti pšenice, među kojima se naročito isticala japanska sorta Akagomughi (Bell, 1987). Primjena novih tehnologija i naučnih saznanja naročito je intenzivirana između početka 50-tih i kraja 60-tih godina prošlog vijeka što je dovelo do rapidnog povećanja poljoprivredne proizvodnje u svijetu (Reeves i sar., 2002). Ovaj period, poznat kao „Zelena revolucija“, odnosno treća poljoprivredna revolucija, naročito je bio značajan za većinu zemalja u razvoju (Hedden, 2003). Povećanje prinosa u ovom razdoblju bio je rezultat uvođenja visokoprosnih sorti žita, mineralnih đubriva, pesticida, navodnjavanja i mehanizacije (Pingali, 2012). Međutim, sa druge strane, ovo je ujedno bio i kraj tradicionalnih sistema poljoprivredne proizvodnje kakve je svijet do tada poznao (Everson i sar., 2003). Za sve ono što se dešavalo tokom „Zelene revolucije“ najzaslužniji su italijanski i američki naučnici Strampeli i Borlaug (Salvi i sar., 2003). Njihov rad bio je usmjeren na selekciju nižih, patuljastih sorti pšenice, koje su bile otporne na polijeganje, osipanje sjemena i bolesti, a odlikovale su se i širim arealom rasprostranjenja, većom tolerantnošću na dužinu dana itd. (Lupton, 1987). Uvođenje novih sorti pšenice i savremenijih sistema gajenja, u Meksiku, gdje je Borlaug izvodio svoja istraživanja, dobijeni su osjetno veći prinosi pšenice nego što su to bile nacionalne potrebe, pa je Meksiko 1960-tih godina postao globalno važan izvoznik pšenice (Khush, 1999). Do tog perioda, Meksiko je uvezio gotovo polovinu vlastitih potreba. Zahvaljujući postignutom uspjehu, nove sorte pšenice su se veoma brzo širile širom svijeta (Swaminathan i sar., 2009).

700	600	500	400	300	Površine (mil. ha)	200	Proizvodnja (mil. ha)	100	0
Graf. 1. Porast									

površina i proizvodnje pšenice u svijetu Graf. 2. Žetveni indeks, potencijal nadzemne biomase i maksimalan prinos sorti ($t\ ha^{-1}$) prije (narandžasto) i poslije Zelene revolucije (zeleno) Početni uspjesi u oplemenjivanju pšenice privukli su ozbiljnu pažnju široke naučne zajednice, pa je to dovelo do selekcije na hiljade novih komercijalnih sorti (Hedden, 2003). Proizvodnja i distribucija savremenih sorti pšenice širom svijeta dostigla je vrhunac tokom 80–tih i 90–tih godina prethodnog vijeka (Byerlee i sar., 1995). Ovaj period je često nazivan i „kasnom Zelenom revolucijom“ (Evenson i sar., 2003). Uvođenje savremenih genotipova i intenzifikacija proizvodnih praksi dovele su do toga da se na neznatno povećanim površinama dramatično povećá ukupna proizvodnja pšenice. Kao rezultat navedenog prinosi pšenice su u posljednjih 50 godina gotovo utrostručeni (Graf. 1) (Davies, 2003). Stare sorte pšenice imale su žetveni indeks 0,3, sa ukupnim kapacitetom proizvodnje biomase $10\text{--}12\ t\ ha^{-1}$ i maksimalnim potencijalom prinosa od $4\ t\ ha^{-1}$. Sa druge strane, sorte Zelene revolucije imale su žetveni indeks 0,5, ukupni potencijal nadzemne biomase $20\ t\ ha^{-1}$ i prinos koji se kretao do $10\ t\ ha^{-1}$ (Graf. 2) (Davies, 2003). Istorijat gajenja Triticum vrsta u Crnoj Gori Prema podacima iz literature u Crnoj Gori se gajilo pet vrsta pšenice: Triticum monococcum – kulturni jednozrnac, Triticum dicoccum – kulturni dvozrnac, Triticum durum – tvrda pšenica, Triticum turgidum – bijela pšenica i Triticum aestivum L. – meka pšenica. Nema podataka o gajenju drugih vrsta (Jovović, 2021). Populacije jednozrne (Triticum monococcum L.) i dvozrne pšenice (Triticum dicoccum Schübl) su bile prve gajene pšenice na ovim prostorima, koje su gajile još u doba Rimjana, pa se pretpostavlja da su ih ovamo donijeli neolitski doseljenici u V vijeku (Pavićević 1963b, Pavićević 1971, Jovović 2021). Postoje i pretpostavke da se proces domestifikacije jednozrnaca dogodio upravo na ovim prostorima (Jovović, 2021). Veoma povoljni geografski i ekološki uslovi za rast i razvoj u brdsko–planinskim oblastima Balkana, uticali su na to da jednozrne i dvozrne pšenice, zajedno sa ječmom i ovsom, predstavljaju glavni izvor hrane za neolitsko i postneolitsko stanovništvo (Pavićević 1982, Jovović i sar., 2017). Dugo vremena ovo su bile jedine vrste pšenice na ovim prostorima i one su se usljed dugog perioda gajenja izdiferencirale u veliki broj lokalnih populacija (Jovović i sar., 2017). Jednozrnici nikada nisu imali osnovnu ulogu u ishrani ljudi, jer

se u svim neolitskim nalazištima uvijek nalaze zajedno sa dvozrncima i ječmom

4

. Mnogo veći privredni značaj i areal gajenja imali su dvozrnici (Jovović, 2021). Jednozrna pšenica je dominantno gajena u centralnom, a dvozrna u brdsko– planinskom rejonu Stare Crne Gore. Narodni naziv za ove dvije vrste je krupnik (Jovović 2021). Centrom porijekla tetraploidnih pšenica smatra se istočni Mediteran i mala Azija, odakle su se trgovačkim putevima širile ka Evropi (Kabbaj i sar., 2017). Iako nema pisanih podataka o tome kako su tetraploidne pšenice: bijela pšenica (T. turgidum) i tvrda pšenica (T. durum) dospjele na ove prostore, za sada se najvjerovatnijim čini scenario, da su one na Zapadni Balkan stigle morem iz Grčke i Južne Italije tokom druge polovine prvog mileniuma (Pavićević, 1970b; Pavićević, 1988). Kultura tetraploidnih pšenica u Evropi vezana je isključivo za pojas mediteranske i izmijenjeno mediteranske klime, na nadmorskim visinama do 600 m (Pavićević, 1974). Sve do 1970–tih, tetraploidna pšenica je bila najznačajnija gajena pšenica, kada počinje introdukcija elitnih sorti heksaploidne meke pšenice koja je, gotovo u potpunosti, potisnula populacije tetraploidne pšenice iz proizvodnje (Pavićević, 1982). Rejon njihovog gajenja u Crnoj Gori predstavljao je sastavni dio cirkummediteranskog areala, od Peloponeza ka sjeveru, duž obale grčkog i albanskog primorja, potom preko crnogorskog primorja, do Neretve, duž hrvatskog primorja, dalmatinskih ostrva, pa sve do Istre (Pavićević, 1972). Ova pšenica se u Crnoj Gori gajila pod nazivom Rogosija, Brkulja, Velja i Velika pšenica (Pavićević, 1967). Prve vrste heksaploidnih pšenica koje su dospjele na područje Balkana bile su

Triticum aestivum ssp. compactum MacKey i **Triticum aestivum ssp. spelta** MaKey, a mnogo **kasnije i Triticum aestivum ssp. vulgare**

4

MacKey (Jovović i sar., 2017). Zbog povoljnih proizvodnih karakteristika, obična pšenica se vrlo brzo rašila po čitavoj Crnoj Gori, od Primorja, preko ravnica u centralnom dijelu zemlje, gdje su dominantno gajene ozime sorte, pa sve do brdsko– planinskog rejona, gdje dominiraju jare forme (Jovović, 2021). Postoje dvije teorije o dolasku meke pšenice na naše prostore. Po jednoj su je donijeli Turci u XIV vijeku, dok je po drugoj, za dolazak meke pšenice zaslužan Vladika Petar I Petrović Njegoš, koji ju je zajedno sa krompirom 1786. godine donio iz Rusije (Pavićević, 1975; Jovović i sar., 2017). U prilog drugoj teoriji ide i naziv „Mala ruska pšenica“ (zbog stabla koje je bilo niže od tetraploidnih vrsta pšenice koje su se tada dominantno gajile) po kojem je bila prepoznata u narodu. (Pavićević, 1967; Pavićević, 1975; Jovović i sar., 2017). Ubrzani razvoj poljoprivredne proizvodnje u Crnoj Gori, zasnovan na agresivnoj introdukciji elitne germplazme, doveo je do osjetne erozije genetičkih resursa pšenice (Jovović i sar., 2012). Oslanjanje na relativno mali broj sorti doveo je do ubrzanog gubitka diverziteta, a što je predstavljalo usko grlo (bottleneck) u daljim selekcionim naporima. Uvidjevši opasnost od gubitka lokalnih populacija pšenice, Akademik Ljubo Pavićević, tada glavni istraživač u oblasti ratarstva na Poljoprivrednom institutu u Podgorici, započinje program njihovog sakupljanja i čuvanja (Jovović i sar., 2012). Zahvaljujući njegovom radu, u period između 1955. i

1964. godine, na teritoriji Crne Gore i Hercegovine sakupljeno je preko **150 diploidnih i tetraploidnih populacija pšenice**

4

, vjekovima gajenih na ovim prostorima (Jovović, 2021). Krajem 1970–tih, ova kolekcija je obogaćena sa još 54 italijanske divlje i kulturne populacije pšenice iz Eksperimentalnog instituta za kulturu žitarica iz Rima (Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura), koje do tada nijesu gajene u Crnoj Gori, niti nalažene u njenoj flori. Time je crnogorska kolekcija pšenice brojala preko 200 populacija, od kojih je najveći dio bio porijeklom iz Crne Gore. Sav prikupljeni materijal podijeljen je u 4 grupe. Prvu grupu čine populacije tetraploidne pšenice *Triticum sp.*, sa 125 različitih populacija, od kojih, 105 vodi porijeklo iz Crne Gore. Drugu grupu čine krupnici *Triticum dicoccum*, sa 35 populacija, od kojih 27 autohtonih. Treća grupa, male pšenice, sa osam lokalnih populacija, od kojih šest autohtonih. Posljednju, četvrtu grupu čine italijanske pšenice, sa

54 aksešena tada **svih poznatih samoniklih i gajenih vrsta roda *Triticum***

4

(Jovović i sar., 2012). Skoro tri decenije nije bilo nikakvih aktivnosti vezanih za ovu kolekciju, a onda, 2009. godine, kroz međunarodni projekat „

), ova kolekcija postaje bogatija za još sedam lokalnih populacija meke pšenice (*T. aestivum* ssp. *vulgare*). Koliko je intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje negativno djelovala na poljoprivrednu raznolikost, najbolje govori podatak da tokom ovog projekta nije pronađene niti jedna lokalna populacija diploidnih i tetraploidnih pšenica. Danas se cijela kolekcija roda *Triticum* čuva u Crnogorskoj banci biljnih gena, osnovanoj 2004. godine. Vrlo rijetko se neka od ovih populacija može još uvijek naći u proizvodnji (Jovović i sar., 2020). Populacije tetraploidne pšenice iz Crnogorske kolekcije pripadaju jarim formama. Po McKayovoj klasifikaciji, pripadaju istoj vrsti i lako se ukrštaju. Populacije tetraploidne pšenice karakteriše veliki polimorfizam, pa je vrlo teško, bez detaljne analize fenotipa i genotipa, odrediti kojoj podvrsti pripadaju crnogorske populacije. Područje njihovog gajenja obuhvatalo je Primorje, zonu od rijeke Bojane do Neretve i doline rijeka Cijevne, Morače i Zete, na nadmorskoj visini do 600 metara, odnosno oblasti sa blagim, kišovitim zimama i toplim ljetima (Pavićević, 1972). Naročito su bile karakteristične za područje basena Skadarskog jezera. Dominantan tip zemljišta u ovoj zoni su plitke, ocjedne crvenice i mjestimično sivo–smeđa mlada zemljišta, kao i deluvijalna u podnožjima brda, i mlada aluvijalna zemljišta u dolinama vodotokova. Svi ovi tipovi zemljišta vrlo su pogodni za gajenje tetraploidne pšenice (Jovović i sar., 2017). Iako ove pšenice imaju dobro razvijen korijenov sistem, veoma efikasan u usvajanju vode i mineralnih materija iz dubljih slojeva, siromašnih, pjeskovitih i skeltnih zemljišta, ipak one za svoj rast i razvoj više preferiraju plodna zemljišta (Jovović, 2021). Varijetete CAPTP karakterišu snažne i moćne biljke, čvrsto i visoko stablo i preko 150 cm, cilindričnih, krupnih, dobro ozrjenih klasova sa velikim brojem klasića i zrna, kao i izuzetno dugačko i jako osje. Zahvaljujući moćnom korijenovom sistemu, osrednjem stepenu bokorenja i čvrstom i elastičnom stablu, biljke su prilično otporne na polijeganje (Pavićević, 1970b). Tetraploidne pšenice sa ovih prostora otporne su na osipanje zrna, a posjeduju i visoku otpornost prema visokim i srednju otpornost prema niskim temperaturama. Imaju apsolutnu otpornost prema snijeti (*Tilletia caries*) i dobru otpornost na rđu pšenice (*Puccinia* spp.), bolju od svih domaćih populacija, izuzev jednozrnaca. Uz to su i visoke produktivnosti (Pavićević, 1970b; Pavićević, 1975; Jovović, 2021). Ove karakteristike ukazuju da su ove populacije potencijalni nosilac poželjnih gena koji se mogu implemetirati u savremene programe oplemenjivanja. U selima u podnožju Rumije, dominira forma crvenih klasova koju mještani zovu grbljanka, a koja je jako otporna na sušu. Varijetet gajen dominantno u Zubcima, mrkih klasova, u narodu je bio poznat kao Zagara. Ove pšenice su do 1970–tih godina, zajedno sa kukuruzom, zauzimle 80% oraničnih površina u ovoj zoni. Prinosi su se kretali od 30 do 35 mc/ha (Pavićević, 1982). Na ovom području dominantno su se gajila tri varijeteta tetraploidne pšenice i to: – varijetet sa bijelim klasom i bijelim osjem – nešto otporniji na niske temperature i cijenjen zbog dobrog brašna i ukusnog hljeba; – varijetet sa crvenim klasom i osjem – nedovoljno otporan prema zimi i – varijetet crnog klasa i osja – rodniji od prethodna dva (Pavićević, 1970a). Značaj genetičkih resursa Brojni su izazovi sa kojima se suočava današnja poljoprivreda. Rast životnog standarda, direktno je srazmjeran rastu svijesti i potražnje za visokokvalitetnim i bezbjednim poljoprivrednim proizvodima, sa jedne, dok se sad druge strane sve veći broj stanovnika suočava sa nemaštinom (Casanias i sar., 2017). Razvoj industrije i nagli porast broja stanovnika doveli su do nekontrolisanog trošenja prirodnih resursa čime je dugoročno ugrožen život na planeti Zemlji. Od naročitog značaja je ugroženost živih organizama, koji su osnova pravilnog funkcionisanja ekosistema (Cairns i sar., 1992). Opstanak civilizacije direktno je zavisao od upotrebe prirodnih resursa, te se zbog toga kao glavni cilj u budućnosti

nameće potreba iznalaženja dugoročnog i održivog sistema upravljanja koji će obezbijediti dovoljne količine bezbjedne hrane i minimalno negativno uticati na životnu sredinu (Jovović i sar., 2020). Biodiverzitet se može definisati kao varijacija prisutna u svim živim organizmima, njihovom genotipu i ekosistema u kojima se javljaju (Jordanovska i sar., 2020). Generalno posmatrano, diverzitet obuhvata tri nivoa: genetički (varijacije u genima i genotipovima), specijski (diverzitet vrsta) i ekosistemski diverzitet (zajednice vrsta i njihova životna sredina). Značaj biodiverziteta za čovječanstvo je ogroman i od suštinskog značaja za očuvanje životne sredine i prilagođavanje klimatskim promjenama (Ramanathnao i sar., 2002). Agrobiodiverzitet obuhvata varijabilnost svih organizama koji se direktno ili indirektno koriste u poljoprivrednoj proizvodnji i neophodni za održavanje ključnih funkcija u agroekosistemu. S toga predstavlja veoma važnu komponentu ukupnog biodiverzita i (Jovović i sar., 2020a). Agrobiodiverzitet čine tri povezane cjeline: genetički resursi gajenih biljaka, domaćih životinja i mikroorganizama; spoljna sredina i poljoprivredne prakse koje predstavljaju direktno uplitanje čovjeka (Hasan i sar., 2015; Prodanović i sar., 2015). Sastavni dio agrobiodiverziteta čine i tradicionalno znanje i kultura (Jovović i sar., 2016). Period uvećavanja agrobiodiverziteta, dug preko deset milenijuma, koji se manifestovao kroz domestikaciju divljih vrsta i povećavanje genetskog diverziteta gajenih vrsta, prekinut je uvođenjem visokoprinosa i genetski uniformnih selekcija tokom druge polovine XX vijeka (Jovović i sar., 2020a). Iako je to dovelo do značajnog povećanja prinosa poljoprivrednog bilja, ono je za posljedicu imalo gubitak agrobiodiverziteta. Moderni kultivari danas posjeduju samo mali dio genetičke varijabilnosti svojih divljih predaka (Jovović i sar. 2016). Pretpostavlja se da je do danas izgubljeno preko 75% poljoprivredne genetske raznolikosti (FAO, 2019). Zbog uništavanja staništa i introdukcije elitne germplazme

divlji srodnici, lokalne populacije i tradicionalne sorte glavnih poljoprivrednih kultura predstavljaju najugroženiji i najerodiraniji dio biodiverziteta

32

. Ovi resursi su ujedno i najviše izloženi riziku nestajanja (Jovović i sar., 2016). Tradicionalna proizvodnja, koja se oslanja na kontrolisanu upotrebu prirodnih resursa, podrazumijeva gajenje velikog broja biljnih vrsta koje su adaptirane lokalnim klimatskim uslovima i vrlo često posjeduju otpornost na sušu, visoke temperature i štetne organizme (Jaradat, 2013; Aktar-Uz-Zaman i sar., 2017). Sa druge strane, genetska homogenost može rezultirati većom osjetljivošću na biotske i abiotske stresove (Kratovljeva i sar., 2016). Upravo zbog toga, biljni genetički resursi mogu biti rješenje za brojne izazove budućnosti (Lazović i sar. 2021). Genetički diverzitet koji oni posjeduju predstavlja zaštitu od promjena, jer je u varijabilnosti alela, sačuvana fleksibilnost koja će pružiti mogućnost prilagođavanja u vremenskom i prostornom kontinuumu. Stoga je od ključnog značaja njihovo očuvanje i održivo korišćenje (Gepts, 2006; Jovović i sar., 2020a). Tokom posljednjih decenija, svijest o značaju očuvanja sveukupnog biodiverziteta, uključujući i agrobiodiverzitet, prepoznata je kroz brojne nacionalne i međunarodne planove i strategije. Radna grupa eksperata za biodiverzitet uspostavljena je 1987. godine kroz

Program Ujedinjenih nacija za životnu sredinu (United Nations Environment Programme

137

). Konvencija o biodiverzitetu, sa ciljem očuvanja biodiverziteta, održive upotrebe njegovih komponenti i pravično i nepristrasno dijeljenje koristi koje proizilazi iz njihove upotrebe donešena je

. Dopunjena je sa dva dopunska sporazuma, Kartagena i Nagoja protokol. Globalni plan akcije (Global Plan of Action (GPA)) za biljne genetičke resurse za hranu i poljoprivredu predstavlja strateški okvir za očuvanje i održivo korišćenje diverziteta biljnih vrsta od kojih zavisi proizvodnja hrane i poljoprivreda (Ramanathara i sar., 2002). Da bi se jasnije razumio pojam genetičkih resursa, potrebno je razlikovati njegove glavne odrednice. Biljni genetički resursi u širem smislu predstavljaju biljni materijal stvarne ili potencijalne vrijednosti zbog genetske varijacije koju posjeduje (Gepts, 2006). Prema Regulativi Evropske komisije 870/2004 biljni genetički resursi su svi poljoprivredni i hortikulturni usjevi, medicinske i aromatične biljke, šumske i voćne vrste kao i divlja flora koji se koriste ili bi se potencijalno mogli koristiti u poljoprivredi (Council Regulation (EC) No 870/2004). Sve ove biljke imaju jedan od sljedećih statusa: savremene sorte, stare sorte, lokalne populacije, divlji srodnici gajenih biljaka i selekcionisani material ili genfond. – Savremena sorta predstavlja varijetet koji je priznat i registrovan u organu nadležnom za pitanja zaštite prava biljnih sorti. Karakteriše je različitost (Distinctiveness), uniformnosti (Uniformity) i stabilnost (Stability) – DUS. – Stara sorta je varijetet koji je korišćen u prošlosti, a koji se danas rijetko koristi u proizvodnji i uglavnom ima lokalni značaj. – Lokalna populacija je varijetet koji se godinama gajio na određenom području, prilagođen je lokalnim uslovima i očuvan selekcijom poljoprivrednih proizvođača. To su dinamične populacije, istorijskog porijekla, adaptirane na lokalne uslove i za koje se vezuju tradicionalni sistemi proizvodnje, često sastavljene od različitih genotipova. – Divlji srodnici su vrste taksonomski srodne sa gajenim biljkama. – Genfond je genetski material koji nije formalno registrovan i ne koristi se u komercijanoj proizvodnji, a koristi se u oplemenjivačkim programima. Selekcionisani material su biljke koje se koriste u oplemenjivanju, nijesu registrovane kao sorte, a mogu biti: – Linije (line) je potomstvo samooplodnih i stranooplodnih biljaka dobijeno samooplodnjom. – Čista linija (pure line) je homozigotno potomstvo samooplodnih biljaka. – Inbred linija (inbreed line) je homozigotno potomstvo stranooplodnih biljaka dobijemo samooplodnjom. – Hibrid (hybrid) je potomstvo dobijeno ukrštanjem dva različita roditelja, najčešće čiste ili inbred linije. – Genetski material je bilo koji dio biljke koji služi za razmnožavanje. – Aksešn (accession) je pojam vezan za dokumentovanje i konzervaciju biljnih genetskih resursa. Predstavlja uzorak sjemena ili sadnog materijala, specifičnog genotipa, bilo kog od navedenih statusa biljnih genetičkih resursa. Niže sistematske forme od vrste su podvrsta (subspecies), grana (proles), varijetet (varietas), podvarijetet (subvarietas), sorta (forma biologica) i jedinka (individuum) (Prodanović i sar., 2015). Prve aktivnosti na izučavanju biljnih genetskih resursa sproveo je ruski botaničar Nikolaj I. Vavilov, početkom XX vijeka. Vavilov je tokom svojih ekspedicija u velikom broju zemalja svijeta uspio da sakupi preko 250 hiljada uzoraka sjemena (Crow, 2001). Uvidjevši njihov značaj, danas sve zemlje pokušavaju da očuvaju genetske resurse kroz postupke njihovog sakupljanja, identifikacije i valorizacije kroz brojne programe koji teže održivoj upotrebi (Casanias i sar., 2017). Konzervacija genetskih resursa vrši se kroz čuvanje in situ – na prirodnim staništima, on farm – na lokalnim farmama i ex situ –

; Engels, 2003). Banke biljnih gena danas predstavljaju značajan rezervoar genetičkog materijala važnog za obnovu i unapređenje biodiverziteta i biosfere i najbezbjednije mjesto za čuvanje starih sorti koje su u potpunosti istisnute iz proizvodnje kao rezultat nagle introdukcije elitne germplazme (Jovović i sar., 2020a). Pored konzervacije, karakterizacija uzoraka koji se čuvaju u bankama biljnih gena je preduslov njihove upotrebljivosti i pristupačnosti u skladu sa potrebama potencijalnih korisnika (oplemenjivanje, predoplemenjivanje, istraživanje, evolucija). Upravo nedostatak ovih podataka, jedan je od glavnih razloga što je upotreba ovih resursa značajno manja od njihove stvarne, odnosno potencijalne vrijednosti (Pržulj i sar., 2020). Banke biljnih gena predstavljaju jedan od najčešćih i najpouzdanijih načina za očuvanje genetičkog diverziteta. Danas se u 1.750 banki širom svijeta čuva blizu 7,5 miliona uzoraka (Popova, 2018). Kolekcije poljoprivrednih vrsta koje se čuvaju u bankama gena imaju različite namjene: – osnovna kolekcije, čine je lokalne populacije koji su dugoročno zaštićene; – aktivne kolekcije, koriste se za razmjenu i proučavanje; – sržne kolekcije, čine ih reprezentativni predstavnici kolekcije; – duplikatne kolekcije; čuvaju se u dvije različite banke, a nastaju razmjenom lokalnih populacija i – gen kolekcije, sadrže genotipove specifičnih karakteristika (Prodanović i sar., 2015). Poseban način ex situ konzervacije predstavlja konzervacija metodom crne kutije (black box conservation) (Jovović i sar. 2020a). Trenutno raspoložive metode konzervacije ne garantuju apsolutnu bezbjednost očuvanja poljoprivrednog diverziteta, pa je vlada Norveške, u stijeni arktičkog ostrva Svalbard, na dubini od 130 m ispod nivoa mora, izgradila globalnu banku sjemena dizajniranu tako da može preživjeti sve prirodne i katastrofe izazvane ljudskim aktivnostima. U ovoj bezvremenskoj kapsuli čuva se oko 780.000 uzoraka od 840 biljnih vrsta. Kapacitet ove banke

je 4,5 miliona uzoraka ili 2,25 milijardi sjemena

32

(Jovović i sar., 2013). Sjeme, koje se čuva u crnim kutijama, dostupno je samo vlasnicima sjemena i ne smije se distribuirati mimo njihovog zahtijeva (Jovović i sar., 2020a). Upravljanje ovim trezorom dato je nezavisnoj, međunarodnoj, neprofitnoj organizaciji Globalni fond biljnog diverziteta (Global Crop Diversity Trust) (Jovović i sar., 2013). Potencijal genetičkih resursa je ogroman, ali će njihova upotreba značajno zavisiti od adekvatne procjene istih. Procjena genetičkih resursa zasniva se na njihovoj karakterizaciji, evaluaciji i upotrebnoj vrijednosti. Uključivanje ovih resursa u komercijalne programe oplemenjivanja najsigurniji je put za povećanje njihove održive upotrebe (Acquaah, 2012; Casanas i sar., 2017; Mourad i sar., 2019). Zbog velike adaptibilnosti na lokalne klimatske uslove, ovi resursi mogu postaju sve važniji izvor sjemena u organskoj proizvodnji (Azeez i sar., 2018). Gajenje autohtonog genetičkog materijala omogućava proizvodnju hrane visoke hranljive vrednosti, autentičnog i prirodnog ukusa, a ujedno vodi i povećanju agrobiodiverziteta (Kratovaljeva i sar., 2016). Promocija najekspresnijih genotipova, kao proizvoda sa zaštićenim geografskim porijeklom, ima takođe pozitivan uticaj na povećanje održive upotrebe genetičkih resursa u poljoprivredi (Lazović i sar., 2021). Održivi razvoj predstavlja,

ne samo suštinski preduslov, već i krajnji cilj brojnih ljudskih aktivnosti na zemlji i

6

izbalansiran kompromis između ekološke, socijalne i ekonomske dimenzije održivosti koji obezbeđuje uravnoteženo zadovoljenje potreba sadašnjih i budućih generacija (Kratovalijeva i sar., 2016). Zato ne treba zanemariti ni ulogu nadležnih organa, koji kroz politiku geografskog označavanja i zaštite tradicionalnih proizvoda, ali i uspostavljanje održivih sistema državnih podsticaja, mogu dodatno stimulisati farmere da gaje tradicionalne kultivare, a time i značajno doprinijeti njihovom očuvanju (Kratovalijeva i sar., 2016; Jovović, 2021). Lokalne sorte i njihovi divlji srodnici predstavljaju važan izvor gena rezistentnosti protiv brojnih bolesti i štetočina pšenice. Geni otpornosti na pepelnicu žita (uzročnik *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) mapirani su kod vrsta *Triticum monococcum* (geni Pm4d, Pm1b i Pm1c), *Triticum urartu* (PmU)

Triticum dicoccoides* (Pm16, Pm26, Pm30, Pm31, Pm36, Pm41, Pm42) *Triticum dicoccum* (Pm4a, Pm5a, Pm49 i Pm50), *Triticum 63

spelta (Pm1d, Pm10 i Pm11) *Triticum timopheevi* (Pm6, Pm27 i Pm37), kao i u rodovima *Aegilops*, vrste

***Aegilops tauschii* (Pm2, Pm19, Pm34, Pm35), *Aegilops speltoides* (Pm12 i Pm32** 63

) rodu *Secale*, vrsta *Secale cereale* (Pm7, Pm8, Pm17 i Pm20) i rodu *Haynaldia*, vrsta *Haynaldia villosum* (Pm21). Geni otpornosti na fuzariozu klasa pšenice (uzročnik *Fusarium graminearum*) nađeni su u vrstama roda *Triticum* (geni Fhb1, Fhb2, Fhb4 i Fhb5), a na septoriozu pšenice (uzročnik *Mycosphaerella graminicola*) kod vrste *Triticum monococcum* (gen TmStb1) (Mondal i sar., 2016). Iranske sorte PI 1377397 i PI626580 korišćene su zbog otpornosti prema ruskoj pšeničnoj vaši *Diuraphis noxia*. Gen otpornosti Dn626580 mapiran je na 7DS hromozomu (Valdez i sar., 2012). Lokusi kvantitativnih osobina (Quantitative Trait Loci – QTL), regioni DNK koji utiču na kvantitativne fenotipske osobine, odgovorni su za tolerantnost na sušu, salinitet, visoke temperature i brojne druge osobine zapostavljene u savremenim sortama, prisutni su u divljim srodnicima i lokalnom populacijama u područjima njihovog primarnog gajenja (Limbalkar i sar., 2018). Autohtone pšenice su tradicionalne sorte visokog kapaciteta za podnošenje biotskih i abiotskih stresova, što u poljoprivrednim sistemima sa niskim inputima rezultira visokom stabilnošću prinosa i srednjim nivoom prinosa (Dwivedi i sar., 2016). Zato oplemenjivači moraju identifikovati germplazmu sa osobinama koje se mogu koristiti za stvaranje novih sorti sa većom otpornošću, što će biti od velike pomoći proizvođačima u regionima pogođenim klimatskim promjenama (Jovović i sar., 2020b). Studije organizacije genoma, profila ekspresije, strukture proteina i funkcije biotičkih i abiotičkih gena otpornosti na stres mogu rasvijetliti evoluciju istoriju i mehanizme prilagođavanja populacija (Huang i sar. 2016). Genetski diverzitet koji ove lokalne populacije posjeduju, korišćen je u brojnim oplemenjivačkim programima (Ruiz i sar. 2019). Zbog visoke otpornosti na sušu sorta Aragon 03, selektovana iz lokalne španske populacije Catalan de Monte, bila je vodeća sorta u Španiji u periodu 1960–1976. Prema istraživanju Ruiza i sar. (2019) broj klasova u uslovima bez obrade zemljišta, znatno je veći u odnosu na intermedijarne i savremene sorte.. Morfološki i molekularni markeri Tokom dugog perioda ljudske civilizacije, u dugotrajnim procesima selekcije, priroda i ljudi ostavili su pokoljenjima na hijade lokalno adaptiranih populacija karakterističnih za područja u kojima su nastajale

(Jovović i sar., 2016). Poznavanje genetskog diverziteta lokalnih sorti tetraploidne pšenice polazna je osnova za njihovu adekvatnu konzervaciju i dalje korišćenje (Jovović 2021). Pri procjeni genetskog diverziteta lokalnih sorti kao mjerljivi indikatori koriste se markeri (Prodanović i sar., 2017). To su karakteristične forme jednog organizma kojima je moguće izvršiti identifikaciju, diferencijaciju, deskripciju i evaluaciju (Spooner i sar., 2005). Svi markeri se dijele na fenotipske i molekularne (Prodanović i sar., 2015). Fenotipskim markerima se ocjenjuju vizuelne karakteristike, odnosno osobine organizma (Andresen i sar., 2003). Međutim, sve osobine se ne mogu koristiti kao fenotipski markeri, već postoji jasna distinkcija bazirana na principima nasljeđivanja (Pagnotta i sar., 2005). Odabir osobina koje mogu biti markeri zasniva se na njihovoj osnovnoj podjeli – kvalitativne i kvantitativne osobine (Crespel i sar., 2002). Kvantitativne osobine obično kontrolišu veći broj gena i pod uticajem su spoljašnje sredine, dok su kvalitativne osobine najčešće monogenetske i oligogenetske, sa većim koeficijentom heritabilnosti (Simons i sar., 2006). Zato se kao fenotipski markeri koriste najčešće kvalitativne osobine koje su stabilne i pod manjim uticajem spoljašnje sredine (Prodanović i sar., 2015). Fenotipski markeri su najstariji korišćeni markeri čija se upotreba vezuje za same početke selekcije biljaka (Peleman i sar., 2003). Međutim, da bi ovi markeri bili uporedivi, bilo je potrebno uspostaviti standardizovane ocjene za sve odabrane osobine koje se koriste kao markeri (Jones i sar., 2013). Tako se, danas, genetički diverzitet pšenice uglavnom procjenjuje korišćenjem fenotipskih markera propisanih od strane

Međunarodnog instituta za biljne genetičke resurse (The **International Plant Genetic Resources Institute – IPGRI**)

130

) i Međunarodne unija

za zaštitu novih sorti biljaka (**The International Union for the Protection of New Varieties of Plants – UPOV**) (Babić i

6

sar., 2016). Primjena molekularnih markera počinje u drugoj polovini XX vijeka, razvojem molekularne biologije (Spooner i sar. 2005). Molekularni markeri su DNK, RNK, proteini, lipidi, flavonoidi i brojni drugi molekuli kojima se pokazuje specifičnost određenih jedinki (Pržulj i Perović 2005a, 2005b). U zavisnosti od vrste molekula, ovi markeri se dijele na genetske i biohemijske. Genetski markeri predstavljaju fragmente DNK lanca čiji je položaj na hromozomu poznat i koji se mogu koristiti za razlikovanje jedinki u populaciji (Dreisigacker i sar., 2005). Genetski markeri danas predstavljaju moćno sredstvo za analizu genetskog diverziteta (Sunnucks, 2000). Genotipizacija primjenom DNK markera predstavlja brz i pouzdan metod procjene diverziteta vrsta, nezavisan od uticaja životne sredine (Xie i sar., 2008). Za razliku od fenotipskih markera, ovi markeri se mogu detektovati nezavisno od faze razvoja i rasta, nijesu podložni uticaju faktora spoljne sredine, abundantni su, raspoređeni duž cijelog genoma i skraćuju vrijeme identifikacije (Sunnucks, 2000). Poželjne osobine genetskih markera uključuju polimorfizam, kodominantnost, te brzo i jednostavno detektovanje (Fiore i sar., 2019). Sekvencioniranje nove generacije (Next Generation Sequencing – NGS) omogućilo je dostupnost velikog broja genomskih informacija, među kojima i otkrivanje novih DNK markera (Kumar i sar., 2012). Podaci dobijeni primjenom morfoloških i molekularnih markera su osnov za procjenu vezanosti gena, koji se, ako se nalaze na malom rastojanju u cM na istom hromozomu, nasljeđuju zajedno (ko–segregiraju), odnosno odvojeno u slučaju velike

udaljenosti (nalaze se na drugom hromozomu ili su međusobno udaljeni na istom hromozomu). Učestalost kojom se analizirani markeri zajedno nasljeđuju osnov su za konstrukciju genetskih mapa relativnog položaja markera na hromozomima (Davis i sar., 1998). Organizam 1

G A C G T A C G **A T** Organizam 2 G **A C G A** A **C G A T**

102

Fig. 5. SNP na kratkom DNK fragmentu (DNK sekvence imaju isti redosljed nukleotida, osim jednog označenog crvenom bojom. Ovakav SNP se označava sa T:A. Jedan organizam ima T (timin) na datoj lokaciji u genomu, dok drugi organizam ima A (adenozin)) Molekularni markeri posljednje generacije su SNP markeri, odnosno polimorfizam jednog nukleotida (single nucleotide polymorphism – SNP) (Mammadov i sar., 2012). SNP marker prestavlja supstituciju pojedinačne nukleinske baze na određenom mjestu u genomu koja se unutar populacije pojavljuje u frekvenciji iznad 1% (Fig. 5). SNP su visoko informativni markeri, pogodni za procjenu genetske varijacije među sortama pšenice (Ganal i sar., 2007). Zastupljeni su ravnomjerno u genomu svih eukariota i visoko su polimorfni i kodominatni, pa mogu dektetovati heterozigote (Prodanović i sar., 2017). SNP-ovi se normalno javljaju u DNK lancu, u prosjeku približno jednom na svakih 1.000 nukleotida, što znači da u genomu čovjeka postoji otprilike četiri do pet miliona SNP-ova (Ganal i sar., 2007). SNP-ovi se mogu koristiti kao genetski markeri za studije vezanih gena, asocijativno mapiranje (linkage disequilibrium mapping) i mapiranje haplotiova (Khlestkina i sar., 2006). Iako su pojedinačni SNP-ovi manje informativni od većine genetskih markera u upotrebi, oni su zastupljeni u mnogo većem broju i samim tim pogodniji za računarsku obradu (Manivannan i sar., 2018). Prema položaju u genomu, SNP-ovi se dijele na nekodirajuće, koji se nalaze na intergenskim fragmentima DNK lanca ili nekodirajućim regijama gena i kodirajuće, koji se nalaze na sekvencama gena (Edwards i sar., 2007). Kodirajući SNP-ovi se dalje dijele na sinonimne i nesinonimne, koji ne mijenjaju, odnosno koji mijenjaju sekvencu aminokiselina u proteinu (Khlestkina i sar., 2006). Besmisleni SNP-ovi (nonsense) su pojedinačne, tačkaste mutacije koje rezultiraju prevremenim stop kodom (TAG, TGA ili TAA), dok pogrešno smisleni (missense) mijenjaju genetski kod koji rezultira promjenom aminokiseline u proteinu (Fig. 6) SNP markeri Nekodirajući Kodirajući Sinonimni Nesinonimni Bezsmisleni (nonsense) Pogrešno smisleni (missense) Fig. 6. Podjela SNP markera prema položaju u genomu Ispitivanje javnog mnjenja o upotrebi tradicionalnih sorti pšenice Rast životnog standarda potrošača direktno je srazmjern rastu svijesti i potražnji za visokokvalitetnim i bezbjednim poljoprivrednim proizvodima (Jevšnik i sar., 2008). Veliki broj istraživanja ukazuje na rizike od prekomjerne upotrebe pesticida i rezistentnosti štetočina, genetski modifikovanih organizama, bolesti koje se prenose hranom, te zagađenja životne sredine kojima određeni broj potrošača pridaje sve veći značaj, te se iz tih razloga sve više okreće zdravstveno bezbjednoj hrani i specifičnim nutritivnim zahtjevima (Wunderlich i sar., 2015; Botelho i sar. 2016). Tradicionalne sorte su dinamične populacije poljoprivrednog bilja koje karakteriše istorijsko porijeklo ili kontinuitet gajenja na određenom prostoru, genetski diverzitet i vrlo često tradicionalni sistemi kultivacije zasnovani na tradicionalnom znanju (Carrosio, 2005). Posljednjih decenija ovim resursima poklanja se sve veća pažnja, ne samo zbog njihovih adaptivnih karakteristika i potencijalne otpornosti na štetne organizme, već i zato što proizvodi koji se od njih dobijaju posjeduju neke specifične organoleptičke osobine (Westling i sar., 2019). Osim specifičnog ukusa, tradicionalne sorte predstavljaju odličan izvor sjemenskog i sadnog materijala u organskoj proizvodnji, ali i u tradicionalnim sistemima proizvodnje koji su često bazirani na principima organske proizvodnje (Dwivedi i sar., 2016). Pored toga, upotreba genetičkih resursa često je povezana sa emotivnim razlozima, ali i uticajem medija i markentiških organizacija koji promovišu ovaj vid proizvodnje (Koster i sar.,

2015). Kako bi se procijenila zainteresovanost za određenom grupom proizvoda, potrebno je sprovesti ispitivanje preferenci potrošača koje predstavljaju subjektivne težnje ka određenim grupama roba (Giannopoulos i sar., 2019). Svaki potrošač ima skup preferenci i vrijednosti koje zavise od kulture, obrazovanja, individualnog ukusa, ali i mnogih drugih faktora. Stoga preference potrošača predstavljaju pouzdanu osnovu za procjenu potražnje određenih roba na tržištu (Escribano i sar., 2012; Giannopoulos i sar., 2019). Brza ekspanzija korisnika interneta omogućuje lakšu dostupnost velikom broju ispitanika, a time i lakše sprovođenje različitih onlajn anketa (Sills i sar., 2002). Na bazi ovakvog načina proučavanja tržišta mogu se dobiti veoma korisne informacije o spremnosti potrošača da plate veću cijenu za tradicionalne proizvode, ali i o njihovoj zainteresovanosti za novim proizvodima dobijenih od genetičkih resursa (Conto i sar., 2016).

MATERIJAL I METODE Kolekcija tetraploidne pšenice Biljni material korišćen u ovim istraživanjima potiče iz kolekcije pšenice deponovane u Crnogorskoj banci biljnih gena smještenoj na Biotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore. Uvidom u bazu podataka Crnogorske banke biljnih gena vidi se da kolekcionisani materijal pripada vrsti tvrda pšenica (*Triticum durum* Desf. ssp. *expansum* Vav). Aktivnosti na prikupljanju kolekcije tetraploidne pšenice započete su 50-tih godina prošlog vijeka i u tom periodu sakupljeno je 125 autohtonih populacija. U vrijeme kolekcionisanja ove populacije su se dominantno gajile na Primorju i u dolinama rijeka Drim, Cijevna, Morača, Zeta, Trebješnica i Neretva. Areal rasprostranjenja ovih populacija obuhvata oblasti od 43 do 44° sjeverne geografske širine i od 17 do 19° istočne geografske dužine (Fig. 7). Fig. 7. Areal rasporstranjenja tetraploidne pšenice u Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini (Izvor: GoogleEarth, verzija 7.0) U visinskom pogledu areal rasprostranjenja ograničen je na 500 m.n.v., pa se tetraploidna pšenica mogla naći istočno od Skadarskog jezera, ispod Zatrijebča i Grahova, preko Bratonožića i Morače, iznad Stijene, Martinića, Papkovića i Vražegrmaca do Povije, preko doline Zete iznad Bogetića, Drenovšice, Dola, Zagrede, Zagarača i Komova i duž cijelog primorja od Bojane do Konavla. U Hercegovini, gornja granica gajenja ovih vrsta pšenice su Petrovići–Plana– Trusina–Bišina. Cjelokupna kolekcija je održavana periodičnim regeneracijama na različitim lokacijama u Podgorici, ali je zbog nepostojanje jasnog programa konzervacije protokom vremena došlo do gubitka 29% prvobitno sakupljenih aksešena (Tab. 1). Od 2004. godine cjelokupan genofond tetraploidne pšenice (89 CAPTP) čuva se u Crnogorskoj banci biljnih gena. Cjelokupna populacija je podijeljena na sedam grupa. Podjela po grupama je izvršena, najvjerojatnije, na osnovu vremena njihovog sakupljanja, a što se desilo u periodu od 1955. godine do 1981. godine. U Prilogu 1 (tabela 1) date su oznake svih 125 genotipova, narodni nazivi i lokacije kolekcionisanja sa geografskim koordinatama. Tab 1. Broj populacija u svakoj grupi i procenat izgubljenih populacija po grupama

Grupe	Broj kolekcionisanih populacija	Trenuto stanje	Udio izgubljenih CAPTP (%)
I	30	15	50
II	42	23	45
III	14	13	7
IV	6	6	0
V	13	13	0
VI	6	5	17
VII	14	14	0
Ukupno	125	89	29

Regeneracija CAPTP Regeneracija 89 CAPTP deponovanih u Crnogorskoj banci biljnih gena izvršena je u oktobru 2018. godine u poljskoj banci biljnih gena lociranoj na teritoriji opštine Danilovgrad (zbog blage i kratke zime ove pšenice se u južnom području Crne Gore obično siju u jesen) (Sl. 1). Predusjev pšenici bila je djetelina.

Osnovna obrada zemljišta **izvršena je u jesen na dubini od 25 cm**

132

. Zajedno sa oranjem obavljeno je đubrenje mineralnim NPK đubrivom 16:16:16 u količini od 350 kg ha⁻¹. Predsjetvena priprema zemljišta sastojala se od tanjiranja i drljanja. Svaka populacija sijana je sa po 5 klasova, a sjetva je izvršena po metodi klas na red, sa razmakom između redova od 20 cm. Dužina reda iznosila je 1 m, kao i razmak između osnovnih parcelica. Tokom vegetacionog perioda pšenice nije vršena prihrana, kao ni zaštita usjeva od korova, bolesti i štetočina.

Sl. 1. Regeneracija CAPTP u Danilovgradu (2018–2019): različite fenofaze razvoja (Foto A. Velimirović) Obilaskom oglednog polja tokom vegetacionog perioda utvrđeno je potpuno odsustvo nicanja na parcelicama na kojima su bili posijani CAPTP METD –122 (rogosija sa žutim osjem iz Poplata) i METD –123 (rogosija sa bijelim osjem iz Berkovića). Ova dva akšena su isključena iz daljih analiza, a njihova ponovna regeneracija biće izvedena u narednom periodu iz rezerve sjemena deponovanog u Crnogorskoj banci biljnih gena. U fenofazi klasanja kod svih 87 lokalnih populacija izvršen je odabir i označavanje po 30 klasova. Odabir je vršen na osnovu fenotipskih opažanja i zdravstvenog stanja. Žetva označenih klasova 87 lokalnih populacija tetraploidne pšenice obavljena je u julu 2019. godine i nakon toga odnešena na Poljoprivredni institut Republike Srpske u Banjoj Luci radi morfološke karakterizacije. Agrokološki uslovi tokom perioda regeneracije pšenice Danilovgrad (42°33'N, 19°60'E, nadmorska visina 42 m) je opština koje se nalazi u centralnom dijelu Crne Gore, u dolini rijeke Zete. Područje ove opštine pripada zoni submediteranske klime. 30 25 20 15 Temperatura u vegetacionom periodu 10 Prosječna temperatura 5 0 Graf. 3. Prosječne temperature za period 1988 – 2018. i temperature u toku vegetacionog perioda Prosječne godišnje padavine iznose 967 mm. Ova opština u prosjeku ima 156,8 kišnih dana godišnje. Najtopliji mjesec je avgust sa temperaturom 26,3°C, a najhladniji je januar sa 4,2°C. Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore, prosječne mjesečne temperature vazduha tokom vegetacionog perioda nijesu značajno odstupale od prosjeka (Graf. 3), dok je količina vodenog taloga bila značajno manja, svega 25% u poređenju sa klimatskom normalom (Graf. 4). 350 300 250 200 150 Padavine u vegetacionom periodu 100 Prosječne padavine 50 0 Graf. 4. Prosjek višegodišnjih padavina za period 1988 – 2018. i i ukupne padavine u toku vegetacionog perioda Morfološka karakterizacija Morfološka karakterizacija 87 uzoraka CAPTP obavljena je na oglednom polju Poljoprivrednog instituta Republike Srpske u Banjoj Luci (Sl. 2). Osnovna i predstjetvena priprema zemljišta urađena je standardno za usjev pšenice. Predusjev pšenici bila je soja. Đubrenje je obavljeno sa 300 kg ha⁻¹ NPK đubriva formulacije 8:24:24. Sl. 2. Detalj sa oglednog polja u fazi vlatanja pšenice (Foto D. Mandić) Sjetva po 20 vitalnih i dobro ozrjenih klasova svih 87 crnogorskih lokalnih populacija tetraploidne pšenice obavljena je početkom marta 2020. godine. Svaki klas pšenice je prije sjetve detaljno pregledan i za sjetvu su korišćeni najbolji klasovi. Tretman sjemena fungicidom protiv biljnih bolesti nije rađen. Sjetva je izvedena u redove dužine 1 m, po metodu klas na red, na međurednom rastojanju od 20 cm. Rastojanje između osnovnih parcelica iznosilo je 1 m, što je bilo dovoljno za nesmetanu manipulaciju prilikom ocjenjivanja odabranih osobina. U felonoškoj fazi početak vlatanja obavljen je tretman protiv korova sa herbicidom Sekator OD u količini od 0,15 l ha⁻¹, kao i prihrana sa 200 kg ha⁻¹ KAN-a (27% N).

Za suzbijanje prouzrokovala pepelnice (*Erysiphe graminis*) i rđe (*Puccinia spp*)

140

.) usjev je u fazi vlatanja i klasanja tretiran fungicidom Prosaro 250 EC tokom (0,75 l ha⁻¹). Nicanje CAPTP počelo je sredinom marta i trajalo je nekoliko dana, što je i razumljivo jer se radilo o različitim genotipovima. Nakon nicanja obavljeno je označavanje redova. Sl. 3. Morfološke karakterizacije pšenice (Foto D. Mandić) Tokom vegetacionog perioda, na 7 oglednih parcelica, primijećeno je značajno zaostajanje biljaka pšenice u poređenju sa ostalim. Detaljnom analizom je utvrđeno da su iste značajno oštećene virusom žute patuljivosti ječma (Barley yellow dwarf virus – BYDV). Zbog nemogućnosti objektivne ocjene svih 7 populacija je moralo biti isključeno iz dalje opservacije. Tu se radilo o oglednim parcelicama zasijanim sa: rogosijom sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Karanikića (METD–95), rogosijom sa crvenim klasom i osjem iz Vladimira (METD–103), rogosijom iz Mrkojevića (METD–118), rogosijom sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Karanikića (METD–95), rogosijom sa crvenkastim osjem iz Poplata (METD–120), rogosijom sa bijelim

osjem iz Poplata (METD–121) i rogosijom sa žutim osjem iz Paštrovića (METD–125). Kod svih ostalih populacija tokom ocjenjivanja utvrđeno je da su biljke unutar jednog reda bile dovoljno ujednačene, odnosno homozigotne, što je bilo i očekivano, s obzirom da sve potiču od jednog klasa. Manja neujednačenost u nekim redovima pšenice primijećena je u pogledu visine stabla, dužine i krupnoće klasova, što se može pripisati uticaju ekoloških faktora, kao i razlikama u potencijalu i energiji klijanja sjemena koje potiče iz različitih djelova jednog klasa. Takođe, primijećene su i razlike u krupnoći i fizičkom izgledu zrna unutar istog klasa. Za ocjenu odabranih karakteristika korišćene su po tri reprezentativne biljke iz svih 20 redova (Sl. 3). Žetva zrna je obavljena u punoj zrelosti sa vlagom zrna od 12–14%, ručno, siječenjem dijela stabla sa klasom. Agroekološki uslovi Banja Luka Banja Luka (44°46' N, 17°10' E, 163 m) je grad na sjeverozapadu Bosne i Hercegovine, ima umjereno kontinentalnu klimu. 25,00 20,00 15,00 Prosječne temperature u toku vegetacionog 10,00 perioda Prosječne temperature 5,00 0,00 Graf. 5. Prikaz prosječnih temperatura u Banjoj Luci (Izvor podataka: Republički hidrometereološki zavod Republike Srpske) 120 100 80 Prosječne padavine u 60 toku vegetacionog 40 perioda Prosječne padavine 20 0 Graf. 6. Prikaz ukupne sume padavina u Banjoj Luci (plava linija) (Izvor podataka: Republički hidrometereološki zavod Republike Srpske) Prosječna

godišnja temperatura je 10,7 °C, Najhladniji mjesec je januar sa 0,8° C, a najtopliji jul, sa

103

prosječnom temperaturom od 21,3 °C. Prosječne godišnje padavine iznose 1.058 mm. Prosječan broj kišnih dana je 152. Prema podacima Republičkog hidrometereološkog zavoda Republike Srpske prosječne mjesečne temperature su u periodu januar–februar bile gotovo dvostruko veće od višegodišnjeg prosjeka, dok su u kasnijem periodu vegetacije ta odstupanja bila neznatna (Graf. 5). U istom periodu ukupna količina padavina bila je značajno manja, sa izraženim deficitima u januaru i aprilu što je iznosilo svega 24, odnosno 27% od višegodišnjeg prosjeka (Graf. 6). Morfološki deskriptori – UPOV Fenotipski markeri predstavljaju različite morfološke, fiziološke ili biohemijske osobine jednog organizma po kojima se on može razlikovati od drugih. Imaju visok koeficijent heritabilnosti i stabilni su u različitim sredinama. Ovi markeri su relativno jeftini i mogu se koristiti u komunikaciji sa različitim bazama podataka. Jednostavni su za korišćenje i vrlo efikasni ako je njihovo nasljeđivanje bazirano na Mendelovim principima. Bazirani su na velikom broju osobina i u klasičnom oplemenjivanju koriste se već dugi niz godina. Za ocjenjivanje odabranih karakteristika u ovim istraživanjima korišten je deskriptor Međunarodne unije za zaštitu novih biljnih sorti – UPOV (

International Union for the Protection of New Varieties of Plants) za durum pšenicu –
DURUM WHEAT UPOV Code: TRITI_TUR_DUR Triticum turgidum L. subsp. durum (Desf.) Husn

70

. 2012. Ovi deskriptori omogućavaju prikupljanje podataka kroz jednostavno kodiranje, što omogućava brzo, pouzdano i efikasno pretraživanje i komunikaciju sa međunarodnom mrežom biljnih genetičkih resursa. Na taj način se povećava preciznost, uniformnost i komparativnost rezultata. Od ukupno 28, za potrebe ovog rada odabrano je 19 najinformativnijih karakteristika: – biljka: tip porasta, učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom, vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići), visina biljke u cm, visina (stablo, klas i osje); – stablo: ispunjenost poprečnog presjeka na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod; – zastavičar: antocijanska pigmentacija aurikula, pepeljasta navlaka na listu; – klas: pepeljasta navlaka, oblik profila, dužina bez osja; – osje ili zupci: prisustvo,

dužina; – donja pljeva: širina ramena, oblik ramena, dužina vrha, oblik vrha, obraslost unutrašnjim dlačicama; – biljka prema toplotnom stadijumu. Razvoj pojedinih fenoloških osobina praćen je i ocjenjivan prema UPOV skali koja se odnosi kako na prisustvo pojedine osobine tako i na intenzitet njenog ispoljavanja u adekvatnom razvojnom periodu biljke. Stepenn izraženosti pojedinačnih osobina i odogovarajuće numeričke vrijednosti date su u Prilogu 2 (Tabela 1). Do sada je kod tetraploidnih pšenica utvrđeno postojanje sljedećih varijeteta: Leucurum, Affine, Valenciae, Fastuosum, Leucomelan, Melanopus, Hordeiforme, Italicum, Erytromelan, Candicans, Schechurdini, Subaustrale i Stebuti. Kojem varijetetu pripadaju crnogorske populacije utvrđeno je na osnovu prisustva osja, boje klasa, osja i zrna i maljavosti klasa. Karakteristike varijeteta date su u Prilogu 2 (Tabela 2). Molekularna evaluacija Odabir genotipova Morfološka karakterizacija preostalih 80 crnogorskih lokalnih populacija tetraploidne pšenice pokazala je postojanje 389 genotipova. Od tog broja, na osnovu monogenetskih i oligogenetskih osobina, za molekularnu analizu je odabirano njih 89. Na taj način je obezbjeđeno da svaki odabrani genotip bude i najtipičniji predstavnik pripadajuće CAPTP. Usljed velikog polimorfizma osobina, svi genotipovi izdvojeni u okviru populacija METD– 11 (7 genotipova), METD–13 (3 genotipa) i METD–25 (devet genotipova) odabrani su za molekularne analize. Pored CAPTP u analizu je uključeno i pet uzoraka italijanske tvrde pšenice: stara italijanska sorta Cappelli, stare italijanske lokalne populacije Russello i Taganrog i elitna italijanska sorta Svevo (dva uzorka). Italijanske genotipove je obezbijedio Institut za bioresurse i bionauke, Nacionalnog istraživačkog centra iz Barija, Italija (Istituto di bioscienze e biorisorse, Centro Nazionale delle Ricerche IBBR–CNR). Lista genotipova iz crnogorske kolekcije tetraploidne pšenice korišćenih u molekularnim analizama dati su u Prilogu 1 (Tabela 1), a italijanskih u Prilogu 1 (Tabela 2). U molekularnim analizama bile su uključene i dvije negativne kontrole kompanije TraitGenetics. Sjetva biljaka za DNK ekstrakciju Približno 15 sjemena od sva 94 proučavana genotipa pšenice posijano je u 18. marta 2021. godine u TS1 osnovnom standardnom medijumu proizvođača Klasmann–Deilmann GmbH, Geeste, Njemačka (mješavina gline, pijeska i ilovače, veličina čestica 20 mm, ukupan sadržaj azota 0,34%, pH 8,1, sadržaj organske materije 5,4) u saksijama od 9 cm prečnika (Sl. 4). Biljke pšenice rasle su osam dana, u uslovima dugog dana (13 sati svjetlosti i 11 sati mraka) i na temperaturi od 22 °C. Osmog dana obavljeno je uzorkovanje primarnih listova, njihovo sitnjenje na manje djelove (3–4 mm) i prenošenje u ekstrakcione epruvete, od kojih je svaka sadržala po jednu metalnu kuglicu veličine 4 mm. Za svaki uzorak uzeto je približno po 10 svježih listova. Sl. 4. Rast biljaka i uzorkovanje materijala za DNK ekstrakciju A) Saksije sa posijanim sjemenom pšenice; B i C) 94 posijana genotipa; D i E) Saksije sa proklijalim sjemenom pet dana nakod sjetve; F i G) Saksije sa biljkama na dan uzorkovanja (osam dana nakon sjetve) i H) uzorkovani materijal lista u ekstrakcionim epruvetama (Foto TraitGenetics) DNK ekstrakcija Homogenizacija tkiva obavljena je nakon dubokog zamrzavanja u tačnom azotu u šejker mlinu (~1750 Hz tokom 1 minuta). DNK je ekstrahovana u skladu sa standardnim CTAB (cetiltrimetilamonijum bromid) protokolom (Clarke, 2009) uz manje modifikacije (Sl. 5). Nakon posljednjeg koraka pranja, DNK pelet je rastvoren u visoko prečišćenoj vodi. Ekstrakcija DNK iz stare italijanske sorte Capelli izvršena je naknadno direktno iz klice. A B C Sl. 5. A) Uzorkovanje lista za ekstrakciju DNK; B) Ekstrakcione epruvete sa materijalom i C) Uzorci nakon dubokog zamrzavanja i dodavanja pufera (Foto TraitGenetics) Elektroforeza na agaroznom gelu Za proveru integriteta DNK, za elektroforezu na agaroznom gelu, korišćena su 2 µl DNK rastvora. Nakon toga, 1% agarozni gel sa prethodno dodatim etidijum bromidom priključen je na 150 V tokom 40 minuta, a onda fotografisan pod UV lampom. Koncentracija DNK mjerena je fluorometrijski pomoću Kuantiflour–ST (Promega GmbH, Valldorf, Njemačka). Kao marker korišćen je Lambda Hind III. SNP genotipizacija na Illumina XT i mapiranje genotipova Analiza uzoraka izvršena je na Illumina Infinium 25K XT čipu za pšenicu Genom Studio (Genome Studio – GS) Instituta Fresenius GmbH TraitGenetics prema uputstvima proizvođača. Ovaj čip sadrži 17.229 SNP markera iz Illumina čipa (20K), 6.916 iz Axiom čipa (135K) i dodatne gen

specifične markere čime je dobijeno ukupno 24.145 SNP markera koji su korišćeni u ovim analizama. Ovaj čip je skeniran iScan™ sistemom (Illumina, Berlin, Njemačka) i pracen analizom podataka pomocu GenomeStudio 2.0 (Illumina). Za dizajn čipa za genotipizaciju, SNP-ovi su filtrirani kako bi se uklonili oni koji imaju sekvence koje pokazuju sličnost sa ponavljanjima (e -vrijednost $\leq 1e - 10$) identifikovane upoređivanjem 100 baznih parova SNP sekvenci u blizini gena sa GIRI bazom (<http://www.girinst.org/replib/>) i ITMI bazom podataka ponovljenih sekvenci Triticeae (wheat.pw.usda.gov/ITMI/Repeats) i koje su se nalazile u neposrednoj blizini (<50 bp) spojeva egzon-intron identifikovanih u genomu pšenice. Izabrani SNP-ovi su zatim analizirani Illumina čipom (Wang i sar., 2014 i Alemu i sar., 2020). Sinonimni ili nesinonimni SNP-ovi su označeni upoređivanjem sekvenci sa bazom podataka

Nacionalnog centra za biotehnoške informacije (National Center for Biotechnology Information

116

– NCBI) ([https:// www.ncbi.nlm.nih.gov](https://www.ncbi.nlm.nih.gov)

/) (Sun i sar., 2020). Grupisanje alela SNP-ova za pšenicu sa Illumina GS v2011.1 zadatim algoritmom proizvodi tri različita klastera koji odgovaraju genotipovima AA, AB i BB i koji se očekuju za bialelične SNP-ove (Cavanagh i sar., 2013). Na svih 14 hromozoma genoma A i B tetraploidne pšenice data je i specifična pozicija SNP-ova. Imputacija SNP markera Postupak procjene genotipova koji nedostaju iz referentnog panela za haplotip, odnosno genotip, izvršen je pomoću Beagle 5.2 softverog paketa za procjenu haplotipova i za imputaciju negenotipiziranih markera, odnosno popunjavanje nedostajućih markera (Browning i sar., 2018). Beagle algoritam koristi skriveni Markovljev model za imputaciju nedostajućih vrijednosti. Kompletiranje podataka počinje imputiranjem vrijednosti koje nedostaju na osnovu frekvencija alela sa nasumičnim faziranjem haplotipova pojedinačnih linija. Nakon toga, početni skup podataka koristi se za izgradnju lokalizovanih modela haplotip-klastera, koji predstavljaju posebnu klasu skrivenog Markovljevog modela. Svaki model ide duž hromozoma i ima isti broj nivoa kao i broj markera. Skrivena stanja na svakom nivou predstavljaju skupove haplotipova. Emitovani simboli su aleli. Algoritam naprijed– nazad primjenjuje se za procjenu vjerovatnoće svakog mogućeg haplotipa na osnovu informacija o genotipu. Zatim se uzorkuju novi haplotipovi za individue prema uslovnoj vjerovatnoći kao ulazni podaci za sljedeću iteraciju. Postupak se ponavlja do posljednje iteracije, kada se primjenjuje Viterbijev algoritam kako bi se statistički potvrdila najveća vjerovatnoća haplotipova za sve individue, tako da se na ovaj način istovremeno imputiraju nedostajući podaci. Anketa potrošača o tradicionalnim sortama pšenice Osim kao potencijalni izvor novih gena, lokalne sorte pšenice karakteriše i stabilnost prinosa, manja zavisnost od primijenjene agrotehnike, dobra adaptibilnost, kao i specifična nutritivna svojstva. Iz tih razloga ovi resursi mogu poslužiti i kao sjemenski materijal u organskoj proizvodnji. Kako bi se utvrdila percepcija javnog mnjenja i zainteresovanost potrošača za tradicionalnim sortama pšenice, sprovedena je anketa potrošača bazirana na dobrovoljnom onlajn upitniku. Anketa je sprovedena u periodu od 24. februara do 4. aprila 2020. godine. Ispitanici su kontaktirani putem e-mejla i društvenih mreža (Facebook, Twitter). Upitnik je, pored dijela sa opštim informacijama (ime i prezime (opciono), grad, pol, godine starosti, nivo obrazovanja, zanimanje), sadržao i dodatnih 27 pitanja, od kojih se njih osam odnosilo na tradicionalne sorte i njihove proizvode (pitanja pod rednim brojem 20 –27). Riječ je o sljedećim pitanjima: 20. Iz kojih izvora se informišete o genetički modifikovanoj hrani i o zdravoj hrani o Televizija, radio, novine o Internet o Prijatelji, rođaci, komšije o Društvene mreže (Facebook, Tweeter, Instagram itd.) o Stručna literatura 21. Pri izboru hrane, ocijenite gdje su Vaše preference: 1 2 3 4 5 Radije kupujem hranu Radije kupujem hranu iz proizvedenu na tradicionalan konvencionalne način ili organski, uz proizvodnje/hranu minimalnu upotrebu proizvedenu uz upotrebu

vještačkih đubriva i pesticida vještačkih đubriva i pesticida 22. Ukoliko ste nekad konzumirali proizvode od lokalnih sorti (hljeb, kačamak, peciva, sokove, džemove) označite neke od karakteristika. o Ukus o Miris o Hranljivost o Zdravstveni benefiti (liječenje bolesti, tradicionalni recepti za prehladu, bolesti varenja itd.) o Ostalo 23. Da li bi radije kupili hljeb proizveden od: o lokalne sorte pšenice? o savremene, uvezene sorte pšenice? 24. Prilikom kupovine kojim se kriterijumima vodite? o vodim se cijenom, uvijek biram jeftiniji proizvod o trudim se da kupujem lokalne proizvode za koje sam siguran da su proizvedeni sa manjom upotrebom vještačkih đubriva i pesticida i koji imaju određene karakteristike koje mi se dopadaju (ukus, miris, hranljivost) o isključivo kupujem lokalne proizvode ili proizvode za koje smatram da su zdraviji 25. Koliko ste spremni više da platite brašno, hljeb i ostale proizvode proizvedene od lokalnih sorti? o 25% o 50% o 75% o 100% i više o Ne bih kupovao/la taj proizvod ukoliko je cijena veća od prosječne 26. Kada kupujete hranu šta za Vas znači "lokalni/domaći proizvod" o Siguran sam da je proizvod od sirovina proizvedenih u Crnoj Gori, od lokalnih sorti bilja ili od domaćih životinja o Proizvod je proizveden u Crnoj Gori, ali nijesam sigurna da li sirovina potiče iz Crne Gore o Siguran sam da proizvod nije proizveden u Crnoj Gori i da sirovine nijesu porijeklom iz Crne Gore 27. Ukoliko se bavite ili bi se bavili poljoprivrednom proizvodnjom, da li bi koristili: o tradicionalne sorte bilja, kako bi proizvodili autentične, lokalne proizvode o moderne, savremene sorte bilja, kojim bi proizvodili standardne proizvode o ne bih uzimao/la u obzir da li je u pitanju tradicionalna ili savremena sorta, vodio/la bih se profitom i zaradom Upitnik je u cjelosti dostupan putem web linka Survio. Botanička klasifikacija populacija tetraploidne pšenice Na Odeljenju za genetičke resurse pšenice Državnog naučnog centra i Sveruskog istraživačkog instituta za biljnu proizvodnju N.I. Vavilov Ministarstva nauke i visokog obrazovanja (

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова Министерство науки и

35

высшего образования) 1979. godine razvijena je i objavljena klasifikacija roda *Triticum* L. koja se zasniva na genomskom sastavu vrsta i prisustvu, odnosno odsustvu određenog broja glavnih gena koji kontrolišu osobine koje se koriste u klasifikaciji. Osnove za ovakav pristup postavili su F. Körnicke i J. Percival, koji su kasnije doradili Vavilov i Flaksberger. Klasifikacija koja se vrši na ovom institutu pripada klasifikaciji roda *Triticum* po Dorofeev-u (1979). Ovo je prvi standardizovani sistem klasifikacije u svijetu koji sadrži sve poznate intraspecifične takse divljih i kultivisanih vrsta pšenice. Detaljna klasifikacija omogućava identifikaciju velikog broja formi roda *Triticum* L. i pojedinačnih vrsta, što je posebno značajno za kolekcije koje se čuvaju u bankama biljnih gena. Sl. 6. Analiza CAPTP na Odeljenju za genetičke resurse pšenice Vavilov instituta (Foto E. Zuev) U cilju botaničke klasifikacije cjelokupna kolekcija crnogorskih populacija tetraploidne pšenice genotipova pšenice detaljno je analizirana na Odeljenju za genetičke resurse pšenice Vavilov instituta. Na osnovu vizualne ocjene klasova izvršena je preliminarna identifikacija svih 87 uzoraka (Sl. 6). Detaljno proučavanje ove kolekcije biće nastavljeno tokom 2021–22. godine na oglednom polju Vavilov instituta, gdje će se pored precizne botaničke klasifikacije i opisa vrste raditi i na proučavanju najvažnijih agronomskih osobina. Ovi rezultati biće publikovani u monografiji Genetički resursi tetraploidne pšenice Crne Gore čija publikacija je planirana za 2023. godinu. Statistička analiza podataka Za grupisanje genotipova na osnovu morfoloških podataka primijenjeno je aglomerativno hijerarhijsko klastiranje Wardovim metodom u programu XLSTAT. Aglomerativna hijerarhijska klaster analiza (Agglomerative Cluster Analysis – AHC) se bazira na razlikama između objekata koji se grupišu. Izračunavanjem razlike između N objekata koji se zatim grupišu zajedno, minimizira se zadati kriterijum aglomeracije

stvarajući klasu koja sadrži oba objekta. Zatim se izračunava različitost između ove klase i sljedeća dva objekata koristeći kriterijum aglomeracije. Dva objekta ili klase objekata čije grupisanje minimalizuje kriterijum aglomeracije ponovo se grupišu zajedno. Ovaj proces se nastavlja sve dok se svi objekti ne grupišu. Ove uzastopne operacije klasterovanja proizvode binarno stablo klasterovanja (dendrogram), čiji je korijen klasa koja sadrži sve varijable. Normalizovani indeks Šenonovog diverziteta (Shannon diversity index) odnosno Šenonov indeks ravnopravnosti (H') korišćen je kao mjera morfološkog diverziteta. Vrijednost H' je određena pomoću sljedeće formule: $n H' = \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i = 1$ gdje je n broj nominalnih klasa osobina, p_i procenat genotipova i -te klase osobine, a \ln prirodni logaritam. Normalizovana vrijednost H' dobijena je dijeljenjem svake H' vrijednosti sa njegovom maksimalnom vrijednošću, čime se dobija vrijednost od 0 do 1. U slučaju većé vrijednosti indeksa H' distribucija genotipova unutar fenotipske klase je ravnomjerna dok je u slučaju niskog H' indeksa, distribucija genotipova neuravnotežena i otkriva nedostatak diverziteta (Takač i sar., 2019). Višestruka korespondentna analiza (Multiple Correspondence Analysis – MCA) ili analiza homogenosti je metod analize podataka kada je broj kategorički zavisnih promjenljivih veći od dva predstavljajući podatke kao tačke u euklidskom prostoru. Postupak je pandan analizi glavnih komponenti (Principal Component Analysis – PCA) za kategoričke podatke. MCA i PCA se koriste da bi se smanjila dimenzionalnost podataka koji sadrže više međusobno povezanih, korelisanih, zavisnih, početnih promjenljivih na manji broj nezavisnih promjenljivih sa ciljem da se obuhvati što veća varijabilnost podataka i vizuelno predstavi dvodimenzionalnom skalom. Objekti ove analize (MCA i PCA) baziraju se na izračunavanju novih vještačkih, međusobno nekorelisanih promjenljivih, zvanih glavne komponente (na grafikonima se predstavljaju kao dimenzije: Dim 1, Dim 2, odnosno PC1, PC2), koje predstavljaju linearne kombinacije svih originalnih, početnih promjenljivih. Analiza je izvršena sa R pakima FactoMineR i Factoextra. Obrada polimorfnih SNP markera je urađena u softverskom programu TASSEL u hmp formatu. Grafički prikaz filogenetskih stabala pripremljen je u programu FigTree, a PCA analiza u Microsoft Excel-u. Analiza molekularne varijanse (Analysis of Molecular Variance – AMOVA) i Analiza glavnih koordinata (Principal Coordinate Analysis – PCoA) izvršena je u GenAlEx 6.5 programu. Za hijerarhijsko klasterisanje korišćena je neponderisana metoda grupe parova

sa aritmetičkom sredinom (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

52

– UPGMA) pomoću koje se konstruiše filogenetsko stablo sa korijenom, a sa njime opisala matrica sličnosti, odnosno različitosti. Filogenetska analiza relativne udaljenosti RD (Relative Distance) i diskriminantna analiza glavnih komponenti DAPC (Discriminant Analysis of Principal Components) nakon imputacije SNP-ova urađena je u DARwin softverskom paketu. DARwin softverski paket namijenjen je za analizu diverziteta i filogenetsku analizu na osnovu evolutivnih razlika. Mapiranje populacija crnogorske tetraploidne pšenice urađeno je u Google Earth kompjuterskom programu, verzija 7.0. REZULTATI I DISKUSIJA Morfološka karakterizacija Kako bi se 80 crnogorskih aksešena tetraploidne pšenice što bolje definisali, opisali i klasifikovali u grupe korišćen je UPOV deskriptor za durum pšenicu. Nakon morfološke karakterizacije, ukupan broj diferenciranih genotipova iznosio je 389. Najveću divergentnost pokazale su CAPTP METD-18, rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića, sa 11 genotipova, potom CAPTP METD-42, rogosija sa žutim klasom i mrkim osjem iz Bara, METD-58, rogosija sa bijelim klasom iz Trebinja i METD-72, rogosija sa bijelim osjem iz Fatnića kod Stolca sa po deset genotipova. Samo jedan genotip zabilježen je kod rogosije sa bijelim osjem iz Spinje (METD-8), rogosije sa žutim osjem iz Vuksanlekića (METD-22), rogosije sa bijelim klasom i osjem iz Golubovaca (METD-29), rogosije sa smeđim klasom iz Cijevne (METD-51), rogosije sa crvenim klasom i osjem iz Trebinja (METD-

56), rogosije sa smeđim klasom i osjem iz okoline Trebinja (METD-54) i rogosije sa smeđim klasom i osjem iz Luge (METD-61) (Tab. 2). Tab. 2. Broj genotipova za svaku CAPTP nakon morfološke karakterizacije METD – 0 11 1 4 8 9 5 2 6 7 10 12 3 13 14 18 15 bG 7 3 5 1 6 8 4 4 3 3 3 6 6 3 4 6 0 17 16 20 34 35 19 22 21 27 28 36 33 29 32 24 30 bG 9 5 4 3 1 5 2 8 2 5 1 5 8 6 6 3 0 31 23 26 25 37 39 41 45 40 38 47 44 46 48 42 43 bG 6 9 4 11 8 4 10 8 4 4 6 4 6 6 5 0 49 53 52 51 50 58 56 54 55 60 66 65 64 59 61 63 bG 7 7 5 2 1 10 1 2 3 5 1 1 4 3 4 8 0 62 57 67 69 72 74 76 70 73 68 77 79 78 71 80 75 bG 4 8 7 2 9 3 5 4 7 10 2 2 6 2 6 2 0 – broj CAPTP; bG – broj genotipova Najveći prosječan broj genotipova u odnosu na broj CAPTP nađen je u grupama VI (prosječno 7 genotipova po populaciji), III (5,9) i II (5,2), dok je nešto manja divergentnost utvrđena u grupama VII (4,6), I i IV (4,4), kao i grupi V (4,2) (Tab. 3). Morfološka karakterizacija je pokazala da svi genotipovi imaju dobro razvijeno osje. Jedino, mala nedoumica ostala je kod varijeteta leucurum koji ima bijelo zrno i varijeteta affine sa crvenim zrnem, a što može biti subjektivna ocjena. Najveći broj analiziranih populacija imao je zrno bijele ili ćilibarno žute boje zbog prisustva beta karotena, a samo kod malog broja zrno je bilo crveno. Tab. 3. Ukupan i prosječan broj genotipova po grupama G I II III IV V VI VII Tot CAPTP 14 22 12 5 13 1 13 TotG 62 113 71 22 54 7 60 \bar{x} 4,4 5,1 5,9 4,4 4,2 7,0 4,6 G – grupa; TotCAPTP – ukupan broj CAPTP; TotG – ukupan broj genotipova; \bar{x} – prosječan broj genotipova po grupama Klaster analiza morfoloških podataka Nakon primarne karakterizacije, svi genotipovi pšenice grupisani su aglomerativnom hijerarhijskom klaster analizom na osnovu morfoloških osobina Wardovom metodom kojom se grupišu posmatranja u klastere tako da se varijansa unutar klastera minimizira (Graf. 7). Ovom analizom svi genotipovi podijeljeni su u tri klase. Broj genotipova u prvoj (C1) klasi iznosio je 189, drugoj (C2) 63 i u trećoj (C3) 136. Dendrogram C3 C1 C2 750 850 950 1050 1150 1250 1350 1450 1550 Disimilarnost Graf. 7. Grupisanje genotipova aglomerativnom hijerarhijskom klaster analizom (C1, C2 i C3 predstavljaju klase genotipova) Varijansa, izračunata kao kvadrat udaljenosti svih genotipova od centroide, ukazuje na veliku varijabilnost genotipova. U prvoj klasi varijansa je iznosila 23,661, drugoj 25,198 i trećoj 20,227. To znači da je najmanja udaljenost između genotipova izmjerena u klasi tri, dok je najveća disperzija izmjerena u drugoj klasi (Tab. 4). Tab. 4. Rezultati varijanse po klasama Klasa bG VarKlase MinC μ C MaxC 1 189 23,661 2,695 4,726 9,434 2 63 25,198 3,461 4,907 6,695 3 136 20,227 2,405 4,412 7,490 bG – broj genotipova; VarKlase – varijansa unutar klase; MinC – minimalna udaljenost od centroide; μ C – prosječna udaljenost od centroide; MaxC – maksimalna udaljenost od centroide S obzirom na to da su ove populacije u periodu njihovog kolekcionisanja i konzervacije svrstane u sedam grupa, ovim istraživanjem se, pored ostalog, željela ispitati i mogućnost da li je to grupisanje obavljeno na osnovu njihovih morfoloških karakteristika. Genotipovi grupe I, kojoj pripadaju 62 genotipa od 14 CAPTP (oznake od 1 do 62) ravnomjerno su raspoređeni kroz sve tri klase. Genotipovi grupe II (22 CAPTP sa 113 genotipova, oznake od 63 do 175), grupe III (12 CAPTP, 71 genotip, oznake od 176 do 246), grupe IV (pet CAPTP, 22 genotipa, oznake od 247 do 268) i grupe VI (jedna CAPTP sa sedam genotipova, oznake od 324 do 330) najviše su zastupljeni u klasi jedan, dok su genotipovi grupe V (13 CAPTP, 54 genotip i oznake 270 do 323) i grupe VII (13 CAPTP, 60 genotipova i oznake od 331 do 389) najzastupljeniji u klasi tri. Drugu klasu u većini čine genotipovi I i II grupe. Ova analiza je pokazala da je većina genotipova, osim onih iz grupe III koji su zastupljeni samo u klasi jedan i tri i genotipova iz grupe VI koji su zastupljeni samo u klasi jedan, zastupljena u sve tri klase, te se prema morfološkim osobinama ne može tvrditi da su u različite grupe svrstani zato što pripadaju različitim formama, već da je njihovo svrstavanje u grupe posljedica vremena njihovog kolekcionisanja. To bi značilo da su prvobitno kolekcionisani genotipovi svrstani u grupu I, dok su u grupu VII uvršteni oni koji su sakupljeni najkasnije. Najveća udaljenost pronađena je između genotipova koji pripadaju grupama I i II i onih iz grupa IV, V i VII. Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sukobina (METD-4), rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Zete (METD-7) i grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Mrkojevića (METD-15) su morfološki najbliže i ujedno

najudaljeniji od grupe koju čine rogosija sa smeđim osjem iz Kraja u blizini Herceg Novog (METD–70), rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Bojke (METD–37), rogosija sa bijelim klasom iz Trebinja (METD–58), rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Tuzi (METD–53) i, rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčića (METD–25), a koje su sa druge strane morfološki najbliže. Genotipovi iz grupe VII, koji potiču iz oblasti između Dubrovnika i Herceg Novog i sjeverno do Trebinja, grupisali su se u klasu tri, što ukazuje na veliku morfološku sličnost i veliku vjerovatnoću da se tu radi o bliskim ili identičnim varijetetima. Isti slučaj je i sa genotipovima iz grupe VI, rogosija sa bijelim osjem iz Dabra u blizini Stolca (Bosna i Hercegovina) koji su pripali klasi jedan, što je i za očekivati, jer je iz ove grupe od ukupno šest CAPTP ostao samo je jedan uzorak iz kog se tokom morfološke karakterizacije izdvojilo sedam genotipova. Iako je bilo za očekivati da između genotipova koji potiču od iste CAPTP razlike budu minimalne i da isti pripadaju istoj klasi, ovo ipak za veliki broj genotipova nije bio slučaj. Genotipovi nekih CAPTP bili su raspoređeni u dvije, čak i tri klase. Slučaj da genotipovi jedne CAPTP pripadaju svim trima klasama zabilježen je u tri slučaja: – u grupi I – rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sukobina, gdje su tri genotipa pripala klasi jedan, a po jedan klasi dva i tri i rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje gdje su četiri genotipa svrstana u prvu, tri u treću i jedan u drugu klasu; – u grupi V – rogosija sa bijelim klasom iz Trebinja, jedan genotip u prvoj i šest, odnosno dva u drugoj i trećoj klasi i – u grupi VII – rogosija sa smeđim osjem iz Kraja, Herceg Novi, dala je jedan genotip u prvoj, dva u drugoj i tri u trećoj klasi. Čak šest CAPTP grupe I imalo je genotipove u dvije od tri klase: rogosija

sa bijelim klasom i osjem iz Vuksanlekića, rogosija sa bijelim klasom i osjem Golubovca i rogosija sa bijelim klasom i osjem 4

Ubla (klase jedan i dva), rogosija sa smeđim osjem i bijelim klasom iz Martinića (klase jedan i tri) i rogosija sa smeđim osjem iz Vuksanlekića i rogosija sa žutim klasom i osjem iz Tejana (klase dva i tri). Iz grupe II, četiri CAPTP su dale genotipove raspoređene u dvije klase: rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Zete i rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Karanikića (klase jedan i dva), rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčića (klase jedan i tri) i rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Tejana (klase dva i tri). U III grupi svi genotipovi su pravilno raspoređeni u klase jedan ili tri, zavisno od CAPTP sa izuzetkom tri CAPTP čiji su genotipovi zastupljeni i u klasi jedan i u klasi tri: rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Bojke, rogosija sa mrkim klasom i osjem iz Dobre Vode i rogosija sa mrkim osjem iz Sustaša. Rogosija sa mrkim osjem iz Sustaša iz grupe IV, takođe je dala genotipove raspoređene u klase jedan i tri, pa je najvjerovatnije riječ o istom genotipu iz grupe III. U grupi V, kod pet CAPTP zabilježeno je razdvajanje genotipova u dvije klase: rogosija sa smeđim i mrkim osjem iz Koteza (klase jedan i tri), dvije populacije pod nazivom rogosija sa mrkim osjem iz Luge, velja pšenica sa crvenim klasom i osjem iz Vodica kod Trebinja i rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Luge (klase dva i tri). Graf. 8. Dendrogram grupisanja genotipova tetraploidne pšenice U grupi VII, samo jedna CAPTP rogosija sa bijelim osjem iz Graba, dala je genotipove u klasama jedan i tri. Razlozi za ovakvo razdajanje genotipova vjerovatno leže u genomu, te uzrok može biti zigotnost CAPTP, pa u slučaju heterozigota (Aa) došlo je do razdvajanja i ispoljavanja osobina koje kontrolišu recesivni geni (aa), nepotpuno dominantnog nasljeđivanja ili aditivnog efekta gena kod osobina koji kontrolišu veći broj gena. Drugi razlog, koji se ne može isključiti je ljudska greška, to jest miješanje različitih CAPTP tokom njihove višegodišnje konzervacije (skladištenje, označavanje, regeneracija i sl.) (Graf. 8). Diverzitet morfoloških osobina genotipova Šenonov indeks diverziteta je određen brojem grupa za svaku UPOV definisanu karakteristiku i ravnomjernu raspodjelu genotipova u svakoj grupi. Vrijednost Šenonovog indeksa kao

indikatora morfološkog diverziteta kretao se između 0 i 1,44 (Tab. 5). Vrijednost indeksa nula to ukazuje da je vrijednost svih kategorija za datu varijablu bila ista. Svi genotipovi pripadaju jarim formama, pa je za karakteristiku biljka prema toplotnom stadijumu, vrijednost Šenonovog indeksa nula. Slaba obraslost donje pljeve unutrašnjim dlačicama je bila takođe identična za sve genotipove, kao i prisustvo osja. Prosječna vrijednost normalizovanog Šenonovog indeksa iznosila je 0,65 i nešto je viša od vrijednosti koja je izmjerena u radu Takač i sar. (2019) na genotipovima tvrde pšenice iz Srbije ($H'=0,616$) i niža od indeksa izmjenenog u radu Ouaja i sar. (2021), a koji je iznosio 0,67. Prema klasifikaciji koju su dali Mengista i sar. (2015), vrijednost Šenonovog normalizovanog indeksa iznad 0,60 smatra se visokom, $0,40 \leq H' \leq 0,60$ srednjom i $H' \leq 0,40$ niskom. Za dvanaest osobina izmjerena vrijednost H' je iznad 0,60, što ukazuje na ravnomjeren raspored mjerenih kategorija, a to su: pepeljasta navlaka na klasu, pepeljasta navlaka na zastavičaru, donja pljeva oblik vrha, antocijanska obojenost aurikula zastavičara, visina biljke (stablo, klas i osje) u cm, vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići), donja pljeva oblik ramena, donja pljeva širina ramena, tip porasta biljke, učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom, varijetet i donja pljeva dužina vrha. Za dužinu klasa bez osja izmjerena je srednja vrijednost Šenonovog indeksa od 0,52, dok je za osobine stabla: ispunjenost poprečnog presjeka na pola rastojanja između osnovne klasa i koljenca ispod, visina biljke (stablo, klas i osje), klasa: oblik profila i osja ili zubaca: prisustvo, vrijednost Šenonovog indeksa manja od 0,29 te ove osobine nijesu ravnomjerno raspoređene kod svih determinisanih genotipova. Najveća vrijednost normalizovanog Šenonovog indeksa izmjerena je za osobinu širina ramena donje pljeve i iznosio je 0,89, što znači da je svih pet kategorija (vrlo uska, uska, srednja, široka i vrlo široka) ravnomjerno raspoređeno za cjelokupnu posmatranu populaciju. Za istu osobinu Takač i sar. (2019) izmjerili su znatno nižu vrijednost 0,459.

Karakteristika	BK	DM	H	H'
Varijetet 3	74,4	0,95	0,87	
Biljka: Tip porasta 2	-0,04	0,53	0,77	
Zastavičar: Antocijanska pigmentacija aurikula 4	-5,78	0,98	0,71	
Biljka: učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom 4	3,94	1,17	0,85	
Vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići) 3	-2,90	0,83	0,75	
Zastavičar: pepeljasta navlaka na listu 3	35,70	0,72	0,66	
Klas: pepeljasta navlaka 3	15,04	0,71	0,64	
Visina biljke (stablo, klas i osje) u cm 4	3,08	1,00	0,72	
Biljka: visina (stablo, klas i osje) 2	-1,90	0,10	0,14	
Stablo: Ispunjenost poprečnog presjeka na pola rastojanja između osnovne klasa i koljenca ispod 2	-2,02	0,03	0,05	
Klas: oblik profila 2	-1,25	0,16	0,22	
Klas: dužina 4	-2,41	0,71	0,52	
Osje ili zupci: prisustvo 1	0,00	0,00	0,00	
Osje ili zupci: dužina 3	33,33	0,32	0,29	
Donja pljeva: širina ramena 5	-3,86	1,24	0,77	
Donja pljeva: oblik ramena 5	75,69	1,22	0,76	
Donja pljeva: dužina vrha 5	42,86	1,44	0,89	
Donja pljeva: oblik vrha 4	-1,86	0,93	0,67	
Donja pljeva: obraslost unutrašnjim dlačicama 1	0,00	0,00	0,00	

Biljka prema toplotnom stadijumu 1 0,00 0,00 0,00 Prosječna vrijednost 0,65 0,51 Za varijablu varijetet izmjerena je H' od 0,87, što ukazuje na ravnomjeren raspored sve tri kategorije: klas sa osjem: var. leucurum – klas, osje i zrno bijele boje, klas glatak, klas sa osjem, varijetet leucomelan – klas i zrno bijele boje, klas gladak, osje crno i klas sa osjem i varijetet hordeiforme – klas i zrno bijele boje, osje crno, klas glatak. Šenonov indeks za kategoriju učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom iznosio je 0,85, za zastavičar: pepeljasta navlaka na listu 0,66 i za antocijansku obojenost aurikula zastavičara 0,71 i bio je veći u poređenju sa srbijanskim durumima. Za širinu ramena donje pljeve i tip porasta biljke, Šenonov indeks od 0,77 je znatno veći u poređenju sa nalazima Tarlać i sar. (2019) koji izvještavaju o srednjim vrijednostima Šenonovog indeksa za ove osobine, dok je vrijednost indeksa za pepeljastu navlaka na klasu ($H'=0,64$), oblik ramena donje pljeve, oblik vrha donje pljeve (0,67) bio manji u poređenju vrijednostima dobijenim u navedoj studiji. Vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići) u oba istraživanja je bio visok, dok Mengista i sar. (2015) za etiopijske tvrde pšenice bilježe srednju vrijednost Šenonovog indeksa za ovu osobinu (0,52). Visok Šenonov indeks za dužinu klasja bez osja navode Ouaja (2021) i Tarlać (2019), dok je u ovom istraživanju ona imala srednju vrijednost H' od 0,52. Mengista (2015) radeći

na durumima porijeklom iz Etiopije navodi visoke vrijednosti Šenonovog indeksa za dužinu osja (0,62), kao i Ouaja (2021) za dužinu osja i oblik profila klasa (0,55 i 0,54). Za razliku od njih, taj indeks u našem istraživanju je mali i iznosi 0,29, odnosno 0,22. Ispunjenost poprečnog presjeka na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod i visina biljke (stablo, klas i osje) je osobina za koju je izmjeren nizak Šenonov indeks (0,14 i 0,05), dok je za iste osobine vrijednost Šenonovog indeksa u istraživanju Tarlaća i sar (2019) bila visoka (0,62) i srednja (0,52). Graf. 9. Diskriminativna moć sedam varijabli koje najviše doprinose grupisanju genotipova Diskriminativna moć koja ukazuje na relevantnost različitih UPOV karakteristika za grupisanje genotipova kretala se od -5,78 do 75,69. Negativne vrijednosti izmjerene su za devet osobina: antocijansku pigmentaciju aurikula zastavičara (-5,78), širinu ramena donje pljeve (-3,86), vrijeme pojave klasova (-2,9), dužinu klasa (-2,41), ispunjenost poprečnog presjeka stabla (-2,02), visinu biljke (-1,9), oblik vrha donje pljeve (-1,86), oblik profila klasa (-1,25) i tip porasta biljke (-0,04). Za monomorfne osobine diskriminativna moć je iznosila nula. Varijable koje doprinose jasnijem grupisanju genotipova su pepeljasta navlaka na klasu, čija je diskriminativna moć 15,04, visina u centimetrima (30,83), dužina osja 33,33, pepeljasta navlaka na listu zastavičaru 35,7, dužina vrha donje pljeve 42,86, varijetet 74,4 i oblik ramena donje pljeve 75,69 (Graf. 9). Tab. 6. Frekvencija zastupljenosti pojedinačnih kategorija za posmatrane morfološke osobine 1. Varijetet Kategorije Leucurum (1) Leucomelan (5) Hordeiforme (7) Frekvencije 0,17 0,237 0,594 2. Biljka: Tip porasta Kategorije Uspravan (1) Intermedijaran (3) Frekvencije 0,774 0,226 3. Zastavičar: Antocijanska pigmentacija aurikula Kategorije Odsutna (1) Slaba (3) Srednja (5) Jaka (7) Frekvencije 0,273 0,594 0,118 0,015 4. Biljka: učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom Kategorije Odsutna (1) Niska (3) Srednja (5) Visoka (7) Frekvencije 0,345 0,437 0,172 0,046 5. Vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići) Kategorije Rano (3) Srednje (5) Kasno (7) Frekvencije 0,496 0,465 0,039 6. Zastavičar: pepeljasta navlaka na listu Kategorije Odsutna (1) Slaba (3) Srednja (5) Frekvencije 0,129 0,758 0,113 7. Klas: pepeljasta navlaka Kategorije Odsutna (1) Slaba (3) Srednja (5) Frekvencije 0,005 0,581 0,414 8. Visina biljke (stablo, klas i osje) u cm Kategorije Niska (3) Srednja (5) Visoka (7) Vrlo visoka (9) Frekvencije 0,003 0,198 0,563 0,237 9. Biljka: visina (stablo, klas i osje) Kategorije Visoka (7) Vrlo visoka (9) Frekvencije 0,021 0,979 10. Stablo: Ispunjenost poprečnog presjeka na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod Kategorije Neznatna (5) Srednja (7) Frekvencije 0,005 0,995 11. Klas: oblik profila Kategorije Piramidalan (1) Paralelnostranični (2) Frekvencije 0,964 0,036 12. Klas: dužina Kategorije Kratak (3) Srednji (5) Dug (7) Vrlo dug (9) Frekvencije 0,003 0,571 0,424 0,003 13. Osje ili zupci: dužina Kategorije Srednje (5) Dugo (7) Vrlo dugo (9) Frekvencije 0,008 0,913 0,08 14. Donja pljeva: širina ramena Kategorije Vrlo uska (1) Uska (3) Srednja (5) Široka (7) Vrlo široka (9) Frekvencije 0,003 0,064 0,414 0,332 0,188 15. Donja pljeva: oblik ramena Kategorije Nagnut Blago nagnut (1) (3) Prav Uzdignut (5) (7) Veoma uzdignut sa dugim vrhom (9) Frekvencije 0,023 0,417 0,283 0,262 0,015 16. Donja pljeva: dužina vrha Kategorije Vrlo kratak (1) Kratak (3) Srednji (5) Dug (7) Vrlo dug (9) Frekvencije 0,09 0,229 0,365 0,257 0,059 17. Donja pljeva: oblik vrha Kategorije Prav (1) Blago kriv (3) Srednje Kriv (5) Jako kriv (7) Frekvencije 0,625 0,283 0,054 0,039 Najveći broj genotipova (59%) pripada varijetetu hordeiforme – klas i zrno bijele boje, osje crno, klas glatak (Tab. 6). Uspravan tip porasta bio je zastupljen kod 77%, slaba antocijanska obojenost aurikula zastavičara kod 59%, a niska učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom kod 43% genotipova. Vrijeme pojave klasova je bilo rano ili srednje kod 49%, odnosno 46% biljaka. Slabu pepeljastu navlaku na listu zastavičaru imalo je 75%, dok je slaba pepeljasta navlaka na klasu utvrđena kod 58% genotipova. Biljka je kod 97% genotipova bila vrlo visoka. Ispunjenost poprečnog presjeka stabla na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod je kod 99% genotipova bila visoka. Oblik profila klasa kod 96% genotipova bio je piramidalan. Srednju dužinu klasa bez osja imalo je 57%, a dugu 42% genotipova. Za razliku od dužine klasa, dužina osja je vrlo ujednačena, pa čak 91% genotipova posjeduje dugo osje. Širina ramena donje pljeve kod 41% genotipova je srednja, dok se ista

zastupljenost javlja i kod oblika ramena donje pljeve (blago nagnut). Dužina vrha donje pljeve je kod 36% genotipova srednja, kod 22% kratka i kod 25% duga. Oblik vrha donje pljeve je prilično ujednačen i 62% genotipova posjeduje prav oblik vrha donje pljeve. Analizom podudarnosti kategorija morfoloških osobina svih genotipova, pronađeno je podudaranje u jednoj ili više osobina između 75.466 parova (Tab. 7). Najveći broj podudaranja između genotipova bio je za devet osobina (15.568, odnosno 20,6%), zatim za deset (14.820, 19,6%), osam (12.387, 16,4%) i 11 osobina (10.847, 14,3%), dok je najmanji broj podudaranja genotipova izmjeren za podudaranja dvije (5), tri (32) i svih 17 osobina (27 genotipova). Pritom ovom analizom nijesu obuhvaćene tri monomorfne osobine: donja pljeva: obraslost unutrašnjim dlačicama, osje ili zubci: prisustvo i biljka prema toplotnom stadijumu, koje su identične za svih 389 genotipova. U proučavanoj kolekciji tetraploidne pšenice nije pronađen nijedan genotip koji je bio unikatan, tj. za koji je izmjerena jedinstvena kombinacija osobina po UPOV deskriptoru, niti su pronađeni genotipovi koje se razlikuju za samo jednu osobinu. Tab. 7. Broj parova genotipova prema broju identičnih osobina IO PG 17 27 16 87 15 306 14 988 13 2.748 12 6.135 11 10.838 10 14.820 9 15.577 8 12.387 7 7.291 6 3.125 5 905 4 195 3 32 2 5 (IO – broj identičnih osobina; PG – broj parova genotipova) Tab. 8. Genotipovi različitih CAPTP kod kojih je izmjerena 100% podudarnost za svih 17 morfoloških osobina (crvenom bojom su označeni genotipovi koji pripadaju različitim CAPTP) Genotip 1 Genotip 2 METD-2/01 METD-2/02 METD-3/04 METD-3/05 METD-3/04 METD-53/05 METD-3/05 METD-53/05 METD-6/02 METD-6/03 METD-17/02 METD-17/03 METD-20/02 METD-20/04 METD-32/01 METD-32/09 METD-34/03 METD-34/04 METD-37/02 METD-37/06 METD-39/01 METD-39/02 METD-44/01 METD-44/02 METD-46/04 METD-47/06 METD-49/06 METD-49/07 METD-53/03 METD-57/01 METD-53/03 METD-57/02 METD-53/03 METD-57/04 METD-57/01 METD-57/02 METD-57/01 METD-57/04 METD-57/02 METD-57/04 METD-58/06 METD-58/07 METD-59/05 METD-59/07 METD-60/01 METD-60/03 METD-68/03 METD-68/05 METD-69/01 METD-69/02 METD-72/06 METD-72/07 METD-77/01 METD-77/01 U tabeli 8 dat je prikaz genotipova za koje je izmjerena 100% podudarnost. Svih 27 parova genotipova među kojima nijesu pronađene razlike čine svega 0,03% svih upoređenih parova genotipova. Kod 24 para riječ je o podudarnosti genotipova koji pripadaju istoj CAPTP. Samo u tri slučaja došlo je do podudaranja svih mjenjenih osobina između različitih CAPTP i to: – između METD-3/04 i METD-3/05, rogosija sa crvenim klasom iz Martinića iz grupe I sa METD-53/05, rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Tuzi iz grupe IV; – između METD-46/04, rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Mrkojevićkog polja i METD-47/06, rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Dobre Vode, obje iz grupe III i – između METD-53/03, METD-53/03 i METD-53/03, rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Tuzi iz grupe IV i METD-57/01, METD-57/02 i METD-57/04, rogosija sa smeđim i mrkim osjem iz Koteza iz grupe V. Multivarijacione analize morfoloških osobina Odnosi između morfoloških varijabli i analiziranih genotipova vizuelno su predstavljeni primjenom višestruke korespodentne analize – MCA. MCA je rezultirala sa 41 ortogonalnom dimenzijom, od kojih svaka objašnjava manji procenat varijabilnosti od prethodne (od 6% za prvu dimenziju do 0,63% za 41. dimenziju). Prvih deset dimenzija kumulativno objašnjava 42% ukupne varijabilnosti podataka (Graf. 10). Prve dvije glavne dimenzije (Dim 1 i Dim 2) koje se najčešće koriste za vizuelni prikaz odnosa genotipova i varijabli su od svih dimenzija obuhvatile najveći procenat varijanse, iako objašnjavaju samo 6%, odnosno 5,1% ukupne varijabilnosti. Podaci predstavljeni dvodimenzionalnim biplotom ukazuju na razdvajanje genotipova u manjoj mjeri i veliku sličnost genotipova za date osobine. Graf 10. Screeplot sa prvih deset dimenzija sa procentom varijanse Varijable koje su najviše definisale prvu glavnu dimenziju (Dim 1) su: dužina vrha donje pljeve koja doprinosi prvoj dimenziji sa 16,7%, potom dužina osja (11,8%), oblik ramena donje pljeve (11,3%), visina biljke u cm (10,5%), varijetet i pepeljasta navlaka na zastavičaru (8,5%), pepeljasta navlaka na klasu sa 7% i dužina klasa (4,8%). Za definisanje druge glavne dimenzije Dim 2 doprinos varijabli je sljedeći: oblik vrha donje pljeve 21%, varijetet 15,4%, dužina vrha donje pljeve 11,1%,

oblik klasa 10,6%, obojenost aurikula antocijanom 6,3%, povijeni zastavičar 5,6% i 3 ispunjenost stabla na poprečnom presjeku 7% (Prilog 3). Na grafiku 11 dat je prikaz razdvajanja genotipova za osobinu varijetet. Genotipovi varijeteta hordeiforme – klas i zrno bijele boje, osje crno, klas glatak (označeni brojem 7) su predstavljeni plavom bojom, jasno su odvojeni od varijeteta leucomelan – klas i zrno bijele boje, klas gladak, osje crno (oznaka 5), označeni zelenom bojom, dok su se genotipovi varijeteta leucurum – klas, osje i zrno bijele boje, klas glatak (oznaka 1) označeni crvenom bojom, grupisali između prethodna dva varijeteta i nijesu se jasno izdvojili u zasebnu grupu. Upravo ove dvije dimenzije najbolje razdvajaju ovu varijablu. Graf. 11. Razdvajanje genotipova prema varijetetu (1 – varijetet leucurum, 5 – varijetet leucomelan, 7 – varijetet hordeiforme) Posmatrane osobine tip porasta (Graf. 12) i visina (Graf. 13) najbolje su definisane dimenzijama 3 i 4 – 13,1% za tip porasta i 20,3% za visinu. Na MCA plotu prve dvije glavne komponente nije došlo do jasnog razdvajanja genotipova prema tipu porasta, što se objašnjava malim doprinosom ove osobine u definisanju prve dvije dimenzije (<1%). Visina u nešto većoj mjeri doprinosi formiranju prve dvije dimenzije (4,1%). Na grafikonu se jasno može uočiti razdvojenost visokih i vrlo visokih genotipova zbog činjenice da je samo šest genotipova imalo ocjenu visoke. Graf. 12. Razdvajanje genotipova prema tipu porasta (1 – uspravan, 3 – intermedijaran) Graf. 13. Razdvajanje genotipova po visini (7 – visoka, 9 – vrlo visoka) Graf. 14. Razdvajanje genotipova prema antocijanskoj pigmentaciji aurikula na zastavičaru (1 – odsustvo, 3 – slaba, 5 – srednja, 7 – jaka obojenost aurikula) Graf. 15. Razdvajanje genotipova prema učestalosti biljaka sa povijenim zastavičarom (1 – odsutna, 3 – niska, 5 – srednja, 7 – visoka) Razdvajanje genotipova na osnovu antocijanske obojenosti aurikula (odsustvo antocijana – 1, slaba – 3, srednja – 5 i jaka – 7) nije bilo jasno na biplotu sa Dim 1 i Dim 2, te ova osobina, koja doprinosi prvim dvijema dimenzijama sa ukupno 7,7%, nije diskriminatorna (Graf. 14). Dimenzije 2 i 5 najbolje su razdvojile genotipove po ovim osobinama, sa doprinosom ove osobine od 30%. Isti je slučaj za učestalost biljaka sa povijenim zastavičarem (Graf. 15). Prve dvije dimenzije objašnjavaju 11% varijanse, dok dimenzije 2 i 5 najbolje razdvajaju genotipove po ovim osobinama, sa doprinosom obje ove osobine od 20%. Graf. 16. Razdvajanje genotipova prema vremenu pojave klasova (3 – rano, 5 – srednje, 7 – kasno) Graf. 17. Razdvajanje genotipova za varijablu pepeljasta navlaka na listu zastavičaru (1 – odsustvo, 3 – slabo, 5 – srednje) Vrijeme pojave klasova (rano – 3, srednje – 5 i kasno – 7) doprinosi svega 4% dimenzijama jedan i dva (Graf. 16), dok je ovom osobinom objašnjeno 27,6% u dimenzijama tri i pet. Genotipovi bez pepeljaste navlake (ocjena 1) i sa slabom pepeljastom navlakom (ocjena 3) na listu zastavičaru jasno su se zasebno grupisali, dok su genotipovi sa srednje intenzivnom pepeljastom navlakom (ocjena 5) neravnomjerno raspoređeni na biplotu sa prve dvije dimenzije, preklapajući se sa prve dvije grupe (Graf. 17). Dim jedan i četiri najbolje razdvajaju ovu osobinu i objašnjavaju 14,6% varijabilnosti. Pepeljasta navlaka na klasu sa kategorijama 1 (odsutna), slaba (3) i srednja (5) ne razdvajaju genotipove za prve dvije dimenzije (Graf. 18). Dim jedan i četiri najbolje razdvajaju ovu osobinu i objašnjavaju 11,9% varijabilnosti. Graf. 18. Razdvajanje genotipova za varijablu pepeljasta navlaka na klasu (1 – odsutna, 3 – slaba i 5 – srednja) Na biplotu sa prve dvije dimenzije jasno su se izdvojili genotipovi sa vrlo dugim (ocjena 9), dugim (ocjena 7) i srednje dugim osjem (ocjena 5) (Graf. 19). Ocjena 5, srednje dugo osje, zabilježena je samo kod tri genotipa. Ova osobina, sa 14,3%, doprinosi obrazovanju prve dvije dimenzije. Kao i u prethodna dva slučaja, genotipove za osobinu dužina osja najbolje razdvajaju Dim jedan i četiri i objašnjavaju 17% varijabilnosti za ove dimenzije. Graf. 19. Razdvajanje genotipova za varijablu dužina osja (5 – srednje dugo, 7 – dugo, 9 – vrlo dugo) Graf. 20. Razdvajanje genotipova prema obliku ramena donje pljeve (1 – nagnut, 3 – blago nagnut, 5 – prav, 7 – uzdignut i 9 – veoma uzdignut sa drugim vrhom) Oblik ramena donje pljeve (1 – nagnut, 3 – blago nagnut, 5 – prav, 7 – uzdignut i 9 – veoma uzdignut sa drugim vrhom) ne razdvajaju sasvim jasno genotipove (Graf. 20). Većina genotipova sa pravim oblikom ramena donje pljeve grupisala se u lijevoj polovini biplota, dok su se genotipovi sa veoma uzdignutim vrhom pozicionirali na desnoj strani biplota.

Genotipovi sa uzdignutim vrhom ramena uglavnom se nalaze na donjoj polovini biplota, iako je primijetno znatno preklapanje grupa. Ova osobina je najbolje objašnjena dimenzijama jedan i četiri (25,9%). Graf. 21. Razdvajanje genotipova za varijablu visina biljke u cm (3 – niska, 5 – srednja, 7 – visoka i 9 – vrlo visoka) Graf. 22. Razdvajanje genotipova za varijablu ispunjenost poprečnog presjeka stabla na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod (5 – neznatna, 7 – srednja ispunjenost) Visina biljke u centimetrima i kategorije niska (3), srednja (5), visoka (7) i vrlo visoka (9) se razdvajaju dimenzijama jedan i tri (18,9%). Dimenzije jedan i dva grubo razdvajaju vrlo visoke genotipove, na lijevoj polovini biplota, od niskih i srednjih genotipova, na desnoj polovini biplota, uz određena preklapanja. Visoki genotipovi su neravnomjerno raspoređeni (Graf. 21). Dimenzije jedan i dva razdvajaju kategorije neznatna (5) i srednja (7) ispunjenost poprečnog presjeka stabla na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca jer je kategorija 5 predstavljena sa samo dva genotipa dok u dimenzijama dva i četiri učestvuje sa 9,5% (Graf. 22). Dimenzije dva i četiri takođe najbolje razdvajaju osobinu oblik vrha donje pljeve sa čak 32,24%. Graf. 23. Razdvajanje genotipova prema obliku vrha donje pljeve (1 – prav, 3 – blago kriv, 5 – srednje kriv i 7 – jako kriv) Genotipovi sa kategorijama prav (1), blago kriv (3), srednje kriv (5) i jako kriv oblik vrha donje pljeve (7) nijesu potpuno jasno razdvojeni dimenzijama jedan i dva (Graf. 23). Ipak, uočljivo je grupisanje genotipova sa pravim vrhom donje pljeve u donjoj polovini biplota, kao i grupisanje genotipova sa jako krivim vrhom donje pljeve u gornjoj polovini biplota. Većina genotipova sa blago i srednje krivim vrhom donje pljeve pozicionirana je između prve dve grupe sa određenim preklapanjima. Graf. 24. Razdvajanje genotipova prema obliku profila klasa (1 – piramidalni, 2 – paralelnostranični) Genotipovi piramidalnog (ocjena 1) i paralelnostraničnog (ocjena 2) oblika profila klasa jasno su razdvojeni dimenzijama jedan i dva (Graf. 24). Dimenzije dva i tri najbolje razdvajaju ovu osobinu. Doprinos ove osobine Dim 2 i 3 je 12,5%. Graf. 25. Razdvajanje genotipova za varijablu dužina klasa bez osja (3 – kratak, 5 – srednji, 7 – dug, 9 – vrlo dug) Dužina klasa bez osja sa ocjenama kratak (3), srednji (5), dug (7) i vrlo dug (9) je karakteristika genotipova koja nije jasno odvojena dimenzijama jedan i dva (Graf. 25). Dimenzije jedan i pet najbolje razdvajaju dužinu klasa objašnjavajući 7,9% varijabilnosti. Dimenzije jedan i dva ne odvajaju jasno ni genotipove sa ocjenama vrlo kratak (1), kratak (3), srednji (5), dug (7) i vrlo dug (9) za dužinu vrha donje pljeve (Graf. 26). Grupa sa vrlo dugim vrhom donje pljeve najjasnije je odvojena od ostalih grupa, a najviše od genotipova sa vrlo kratkim i kratkim vrhom donje pljeve. Preostale grupe genotipova se u znatnoj mjeri preklapaju. Dimenzije jedan i pet najbolje razdvajaju dužinu vrha donje pljeve, objašnjavajući 30,3% varijabilnosti. Graf. 26. Razdvajanje genotipova prema dužini vrha donje pljeve (1 – vrlo kratak, 3 – kratak, 5 – srednji, 7 – dug, 9 – vrlo dug) Prve dvije dimenzije nedovoljno su razdvojile genotipove prema širini ramena donje pljeve prema kategorijama vrlo uska (ocjena 1), uska (ocjena 3), srednja (ocjena 5), široka (ocjena 7) i vrlo široka (ocjena 9) (Graf. 27). Dimenzije četiri i pet najbolje razvrstavaju ove kategorije sa učešćem od 28,6% u definisanju dimenzija. Graf. 27. Razdvajanje genotipova za varijablu širina ramena donje pljeve Graf. 28. Korelacija između varijabli i prve dvije dimenzije multivariacione korelacione analize Graf. 29. Korelacije između varijabli na osnovu položaja njihovih sopstvenih vektora Na graficima 28 i 29 prikazana je korelacija svake varijable sa prvim dvijema dimenzijama Dim 1 i Dim 2. Varijable čije su normalne projekcije na Dim 1 i Dim 2 udaljenije od koordinatnog početka su u većoj korelaciji sa ovim dimenzijama u odnosu na varijable čije su normalne projekcije na dimenzije bliže koordinatnom početku. Dužina vrha donje pljeve je u najvećoj korelaciji sa dimenzijom jedan i doprinosi joj 16,7% (Prilog 3). Dužina osja i oblik ramena donje pljeve doprinose definisanju dimenzije jedan sa 11,7%, odnosno 11,3%, dok visina u centimetrima sa 10,5%. Pepeljasta navlaka na zastavičaru i varijetet učestvuju sa 8,5%, dok pepeljasta navlaka na klasu i širina ramena donje pljeve učestvuju sa 7%, odnosno 6,7%. Osobine koje su u manjoj korelaciji sa dimenzijom jedan su povijenost zastavičara (5,3%), dužina klasa (4,8%), oblik vrha donje pljeve (3,9%), obojenost aurikula antocijanom i pojava klasova (1,3%), dok je doprinos oblika

klasa, visine i tipa porasta manja od 1%. Osobina oblik vrha donje pljeve najviše doprinosi dimenziji Dim 2, sa 21,4% (Prilog 3). Varijetet doprinosi istoj dimenziji sa 15,3%, dužina vrha donje pljeve sa 11%, dok oblik klasa doprinosi sa 10,6%. Oblik ramena donje pljeve, obojenost aurikula antocijanom, povijen i pepeljast zastavičar su u manjoj korelaciji sa dimenzijom dva i doprinose definisanju ove dimenzije sa 6,6%, 6,3%, 5,6%, odnosno 5,4%. Znatno manji doprinos imaju osobine ispunjenost poprečnog presjeka stabla (3,6%), visina biljke (3,2%), pojava klasova (2,7%), dužina osja (2,5%), dužina klasa (2,2%) i širina ramena donje pljeve (1,7%). Visina u cm, pepeljasta navlaka na klasu i tip porasta imaju zanemarljiv uticaj na dimenziju dva (ispod 1%). Međusobni položaji sopstvenih vektora varijabli mogu da ukažu na korelacije između ispitivanih osobina. Osobine tip porasta i visina biljke, dužina klasa i dužina vrha donje pljeve, oblik klasa i oblik vrha donje pljeve, varijetet i obojenost aurikula antocijanom, pepeljasta navlaka na klasu, dužina osja i širina ramena donje pljeve su osobine međusobno pozitivno korelisane (Graf. 29). Ove pozitivne korelacije ukazuju da u ispitivanom genetičkom materijalu većina genotipova koja imaju polegao tip porasta su sa višim rastom; genotipovi sa uspravnim tipom porasta su niži; genotipovi dužeg klasa imaju duži vrh donje pleve; oni sa kraćim klasom imaju prav ili blago zakrivljen vrh donje pleve; genotipovi koji pripadaju varijetetu leucurum nemaju ili imaju slabu pigmentaciju antocijana na aurikulama. Genotipovi koji pripadaju varijetetu hordeiforme imaju intenzivniju pigmentaciju aurikula antocijanom, a oni koji nemaju pepeljastu navlaku na klasu imaju kraće osje i uže rame donje pljeve. Primjer je rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Vuksanlekića (METD-2) koja ima piramidalan oblik profila klasa (ocjena 1) i oblik vrha donje pljeve prav (ocjena 1), dok je dužina vrha donje pljeve vrlo duga kao i kod velikog broja drugih genotipova (ocjena 7). U negativnoj korelaciji su oblik ramena i dužina vrha donje pljeve; visina i varijetet; dužina u centimentrima i pepeljasta navlaka na klasu. Negativne korelacije ukazuju da u ispitivanom materijalu genotipovi sa nagnutim ili blago nagnutim oblikom ramena imaju duži vrh donje pljeve; genotipovi koji propadaju vrietetu leucurum su niži, a varijetetu hordeiforme u prosjeku viši. Osobine koje nijesu u korelaciji su visina i oblik vrha donje pljeve; varijetet i oblik ramena donje pljeve; tip porasta i povijenost zastavičara; visina u cm i oblik vrha donje pljeve; oblik klasa i dužina vrha donje pljeve sa pojavom klasova i varijetetom; povijen zastavičar, oblik klasa i oblik vrha donje pljeve sa pepeljastom navlakom na klasu, dužinom osja i širinom ramena donje pljeve. Kako dimenzije jedan i dva objašnjavaju samo 11% ukupne varijabilnosti iz tih razloga nije došlo do grupisanja i jasnog izdvajanja sličnih genotipova MCA metodom (Graf. 30). Jedini izuzetak je pet genotipova koji pripadaju METD-11, rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne (oznake 214-218) i njima bliskih sedam genotiova CAPTP METD-43, rogosija sa crvenim klasom i mrkim osjem iz Tuđemila (oznake 44-50) koji su se izdvojili od ostalih genotipova i formiraju poseban klaster. Karakteristike ovih genotipova su da pripadaju varijetetu hordeiforme kod kojeg su klas i zrno bijele boje, osje crno i klas glatak, tip porasta uspravan, antocijanska pigmentacija aurikula zastavičara srednja, učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom niska, vrijeme pojave prvih klasova srednje, pepeljasta navlaka na listu zastavičaru i klasu slaba i koji pripadaju vrlo visokim biljkama, visoke ispunjenosti poprečnog presjeka stabla. Oblik profila klasa je dominantno piramidan ili paralelnostranični, dužina klasa bez osja vrlo duga, dok je prisutno i dugo osje. Širina ramena donje pljeve je uska, blago nagnutog oblika, a vrh donje pljeve vrlo dug i jako kriv. Obraslost donje pljeve unutrašnjim dlačicama je slaba. Kao i svi genotipovi, pripadaju jarim sortama. Graf. 30.

Distribucija 389 genotipova i varijabli na MCA biplotu Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje, METD-5 (oznaka 20 i 21) takođe se izdvaja od ostalih genotipova. Pripada varijetetu leucomelan koji karakteriše klas i zrno bijele boje, gladak klas, osje crno, uspravni tip porasta, slaba pigmentacija aurikule zastavičara, niska učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom. Vrijeme pojave prvih klasova je srednje, pepeljasta navlaka na listu zastavičaru i klasu je slaba i pripada vrlo visokim biljkama, visoke ispunjenost poprečnog presjeka stabla. Oblik profila klasa je dominantno piramidalan, dužina klasa bez osja je duga, dok je prisutno i dugo osje. Širina ramena donje pljeve je srednja, blago

nagnutog je oblika, a vrh donje pljeve je dug i prav. Obraslost donje pljeve unutrašnjim dlačicama je slaba. I ovi genotipovi su prema toplotnom stadijumu razvrstani u jare. Karakteristike varijabli koje su najrelevantnije za grupisanje i disperziju genotipova su najudaljenije od koordinantnog početka (Graf. 31). U te karakteristike spadaju paralelnostranični oblik klasa, koji je izmjeren kod trinaest genotipova, rogosija sa crvenim klasom i mrkim osjem iz Tuđemila i (METD-43) i rogošija sa bijelim osjem iz Krute (METD-45). Jako kriv oblik vrha donje pljeve je uočen kod rogosije sa crvenim klasom i osjem iz Klezne (METD-11), rogosije sa crvenkastim klasom iz Krute (METD-40) i rogosije sa bijelim klasom i crnim osjem, takođe iz Krute (METD-45). Dužina vrha donje pljeve sa ocjenom 9 (vrlo dug) doprinijela je disperziji genotipova, a uočena je kod rogosije sa crvenim klasom i osjem iz Klezne (METD-11), rogosije sa smeđim osjem i bijelim klasom iz Martinića (METD-28), rogosije sa bijelim klasom i osjem iz Golubovaca (METD-29), rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Zete (METD-30), rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Šestana (METD-31), rogosije sa smeđim osjem iz Mide (METD-41) i rogosije sa crvenim klasom i mrkim osjem iz Tuđemila i (METD-43). Srednja ispunjenost poprečnog presjeka stabla na pola rastojanja između osnove klasa i koljenca ispod uočena kod rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje (METD-5) je takođe doprinijela disperziji genotipova. Srednje dugo osje uočeno je samo kod dva genotipa: rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje (METD-5) i rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sukobina (METD-4). Veoma duga dužina klasa bez osja jedino je zabilježena kod rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Tejana (METD-20). Na grafiku 32 prikazani su odnosi između 100 genotipova i kategorija sa najvećim doprinosom prvim dvijema dimenzijama. Genotipovi koji su po ispitivanim osobinama različiti udaljeni su jedni od drugih i obratno, a što su sličniji, na grafiku su na manjoj udaljenosti. Genotipovi se grupišu bliže kategorijama osobina koje im pripadaju. Srednja ispunjenost poprečnog presjeka stabla najviše doprinosi dimenziji jedan, dok vrlo dugo osje dimeziji dva. Graf. 31. Genotipovi i kategorije za svaku varijablu sa distribucijom Graf. 32. Sto genotipova sa najvećim doprinosom prvim dvijema dimenzijama i kategorije za svaku varijablu

Molekularna evaluacija Nakon morfološke karakterizacije izvršena je selekcija genotipova za molekularnu analizu. Kao kriterijum su korišćene monogenetske i oligogenetske osobine tako da je za svaku CAPTP određena prosječna ocjena date osobine i u skladu sa tim kriterijumom odabran genotip koji je najtipičniji predstavnik te CAPTP. Morfološke karakteristike koje su korišćene prilikom selekcije genotipova su: tip porasta biljke, vrijeme pojave klasova (major geni koji kontrolišu ovu osobinu su Photoperiod sensitivity – Ppd geni), pepeljasta navlaka na klasu, visina biljke (major geni koji kontrolišu visinu biljke su Reduced height – Rht geni), dužina klasa bez osja, prisustvo osja ili zubaca na klasu i biljka prema toplotnom stadijumu (major geni Vernalization – Vrn). Ostale osobine koje su praćene prilikom morfološke karakterizacije pripadaju kvantitativnim osobinama i pod uticajem su spoljašnje sredine. S obzirom na to da je morfološka analiza vršena u Banjoj Luci, u agroekološkim uslovima značajno drugačijim od onih u lokalitetima iz kojih ove CAPTP potiču, bilo je realno očekivati pojavu značajnije interakcije genotipa i životne sredine. Pošto ovi podaci često mogu biti obmanjujući, to iz tih razloga nijesu korišćeni za selekciju genotipova za molekularne analize. Osobine biljka prema toplotnom stadijumu i prisutvo osja ili zubaca su se pokazale kao monomorfne. Svi genotipovi su pripadali jarim formama i svi su imali osje. Ukupno 89 genotipova, tipičnih predstavnika crnogorske kolekcije tetraploidne pšenice (core collection), odabrani su za dalje molekularne analize. Za sve CAPTP odabran je po jedan genotip, dok je za METD-11, METD-13 i METD-25, zbog velikog polimorfizma, selektovano sedam, tri i devet genotipova. Lista svih genotipova iz crnogorske kolekcije koji su korišćeni za molekularnu analizu dati su u Prilogu 1 (Tabela 1). Pored dvije kontrole u analizu CAPTP je uključeno i pet italijanskih varijeteta tvrde pšenice (stara italijanska sorta Cappelli, koju je selektovao Strampelli iz tunižanske lokalne populacije Jenah Rhetifah 1915. godine, sicilijanska lokalna populacija Russello i Taganrog, lokalna populacija iz Pulje ruskog porijekla, i elitna italijanska sorta Svevo (duplikat)), zbog pretpostavke da

crnogorske tetraploidne pšenice vode porijeklo upravo od italijanskih, zbog intenzivnih, viševjekovnih trgovačkih i političkih veza između ove dvije zemlje. Italijanske sorte su date u Prilogu 1 (Tabela 2). DNK ekstrakcija Nakon sjetve u cilju ekstrakcije DNK, tri uzorka nijesu prokljivala, a to su: stara italijanska sorta Cappelli, duplikat italijanske elitne sorte Svevo i genotip CAPTP METD-9 iz crnogorske kolekcije – rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Boke (Tab. 9). Tab. 9. Ploča za genotipizaciju sa označen im uzorcima 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 A B C Cap. 3/04 4/01 11/01 11/02 13/01 13/02 19/02 20/06 25/03 25/04 27/02 28/03 35/03 36/01 42/07 43/02 50/04 51/01 65/02 66/02 73/01 74/02 C Rus. 5/02 11/03 13/03 21/05 25/05 29/01 37/01 44/05 52/02 67/02 75/05 D E F G Svevo Svevo Tag. 1/02 6/02 7/02 8/01 9/05 11/04 11/05 11/06 11/07 14/02 15/09 16/06 17/01 22/01 23/03 24/01 25/01 25/06 25/07 25/08 25/09 30/04 31/04 32/03 33/02 38/03 39/01 C 40/01 45/04 46/02 47/01 48/03 56/01 58/07 59/05 63/02 68/04 69/02 70/03 71/01 76/02 77/02 78/02 79/08 H 2/02 10/02 12/01 18/04 25/02 26/06 34/03 41/04 49/04 64/03 72/02 80/03 Crvena boja – genotipovi koji nijesu prokljivali; zelena boja – genotipovi sa nedovoljnim brojem izniklih biljaka; C – kontrola. Cap. – Capelli. Rus – Russello. Tag – Taganrog. Brojevi predstavljaju oznake METD. Sl. 7. Uzorci koji nijesu prokljivali ili sa nedovoljnim brojem biljaka (Foto TraitGenetics) Naknadno je izvršena ekstrakcija DNK iz sorte Capelli, dok su duplikat sorte Svevo i genotip CAPTP METD-9 isključeni iz dalje analize. Genotipovi Svevo – italijanska elitna sorta, rogosija sa crvenim klasom iz Martinića (METD-4), rogosija sa smeđim klasom i mrkim osjem iz Dobrih Voda (METD-38), rogosija sa smeđim osjem iz Police (METD-50), rogosija sa mrkim osjem iz Luga (METD-63), rogosija sa mrkim osjem iz Konavala i rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Tule (METD-72) nijesu imale dovoljan broj izniklih biljaka, pa je koncentracija ekstrahovane DNK bila nešto niža (Sl. 7). Fig. 8. Očitavanje elektroforezom ekstrahovane DNK na 1% agaroznom gelu (lijevo: sivim krugom je označena kontrola, zelenim genotipovi sa nedovoljnim brojem izniklih biljaka, a crvenim uzorci čije sjeme nije prokljivalo; desno: Lambda HindIII marker) Vizuelizacijom ekstrahovane DNK, očitavanjem na 1% agaroznom gelu elektroforezom potvrđeno je prisustvo DNK u svim uzorcima izuzev kontrole i uzoraka koji nijesu prokljivali (Fig. 8). Koncentracija DNK je bila u rasponu od 30 ng/μl (B02) ekstrahovana iz METD-4/01, rogosije sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sukobina, 40 ng/μl (G12), METD-79/08, rogosija sa bijelim osjem iz Fatnice kod Stolca, do 275 ng/μl (H05) koja je ekstrahovana iz uzorka METD-25/02, rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Ćurčića. Fragmenti veličine oko 500 baznih parova predstavljaju RNK, dok je genomska DNK, fragment veličine od 5.000 do 10.000 bp, slabije vidljiv na gelu. Filtriranje SNP markera Stepen genetskog diverziteta crnogorske tetraploidne pšenice određen je pomoću 25K SNP čipa na Illumina Infinium 25K XT Wheat Array, koji sadrži 15.126 SNP markera iz Illumina čipa (20K) i 9.019 iz Axiom čipa (135K). To znači da je za testiranje 94 genotipa korišćeno ukupno 24.145 SNP markera. Od 2.269.630 urađenih očitavanja, 252.016 su bila neupotrebljiva (označena sa N, odnosno failed) što čini 11% ukupnog broja SNP-ova (Tab. 10). Zbog nemogućnosti ekstrakcije DNK iz genotipova Svevo i METD-39/01 isti su eliminisani iz dalje analize. Tab. 10. Broj nedetektovanih ili nejasno očitanih SNP markera Ukupno SNP markera Broj uzoraka Neupotrebljivi SNP-ovi (N) 24.145 94 252.016 Tab. 11. Neinformativni SNP markeri Ukupan broj SNP-ova 24.145 Nedostajući SNP-ovi – 2.448 A monomorfni – 1.897 T monomorfni – 2.088 C monomorfni – 2.799 G monomorfni – 2.719 Y monomorfni – 6 R monomorfni – 2 Br SNP-ova eliminisanih nakon mapiranja – 1.842 MAF filter – 3.449 Ukupno SNP-ova nakon filtriranja 6.915 Iz dalje analize isključeni su svi SNP-ovi sa više od 10% neupotrebljivih podataka, odnosno 2.448 SNP-ova ili 10,1% od ukupnog broja. Monomorfni SNP-ovi, koji se pojavljuju u samo jednoj nukleotidnoj formi, kao neinformativni, takođe su isključeni iz dalje analize. Broj monomorfnih SNP-ova za adenin iznosio je 1.897 (7,8% od ukupnog broja SNP-ova), timin 2.088 (8,6%), citozin 2.799 (11,5%), guanin 2.719 (11,2%), citozin ili guanin (oznaka Y) 6 i za adenin ili guanin (oznaka R) 2 (Tab. 11). Ovi SNP-ovi su isključeni iz dalje analize. Nakon analize specifične pozicije SNP-ova na genomu tetraploidne pšenice (AABB), koji čini ukupno 14 hromozoma,

eliminirano je dodatnih 1.842 SNP-ova, koji su u datom čipu specifični za heksaploidnu pšenicu. Da bi se uklonile ostale moguće greške, preostalih 10.364 SNP-a su filtrirani u TASSEL programu preko populaciono-genetskog parametra učestalosti niže frekvencije alela (minor allele frequency – MAF). MAF predstavlja frekvenciju u kojoj se drugi najčešći alel javlja u datoj populaciji. Filtriranjem zasnovanim na minimalnom MAF-u uklanjaju se lažni SNP-ovi koji isključivo nastaju greškom. Broj varijanti sa frekvencijom manjom od 0.05 iznosio je 3.449. Nakon filtriranja preostalo je 6.915 SNP-ova (Tab. 11). Polimorfizam SNP markera Analizom 89 genotipova tetraploidne pšenice iz crnogorske kolekcije nije očitano 1.701, odnosno 7% SNP-ova (Tab. 12). U ovaj broj uključeni su i SNP-ovi koji su imali više od 10% nečitanih podataka (SNP koji je neupotrebljiv za 80 i više genotipova). Za 80 i više genotipova 2.426 SNP-ova, odnosno 10%, bili su monomorfni za adenin, 2.626 (10,8%) za timin, 3.473 (14,3%) za citozin i 3.439 (14,2%) za guanin. Time je ukupan broj monomorfnih SNP-ova za crnogorske genotipove iznosio 11.964, odnosno 49,5%. Tranzicije za T/C i A/G iznosile su 4.368 ili 18,1%, odnosno 4.053 ili 16,8%. Transverzije A/T iznosile su svega 0,2% odnosno 55, transverzije A/C – 923, odnosno 3,8%, transverzije T/G – 861 (3,5%) i transverzija C/G – 220 (0,9%). Na ovaj način je određen broj polimorfnih markera od 10.480, odnosno 43,4%. Tab. 12. Polimorfizam i monomorfizam SNP markera detektovanih u genotipovima iz crnogorske kolekcije tetraploidne pšenice (89 genotipova) SNP Ukupno Neupotrebljivi 1.701 1.701 Monomorfni A T C G 2.426 2.626 3.473 3.439 11.964 Polimorfni

A/T A/C A/G T/ C T/G C/G

15

55 923 4.053 4.368 861 220 10.480 Za pet genotipova italijanske tvrde pšenice Cappelli, Russello, Svevo, Svevo duplikat i Taganrog, broj nepročitanih SNP-ova iznosio je 1.648, odnosno 6,8%, što je približno broju neupotrebljivih SNP-ova u crnogorskim genotipovima (Tab. 13). Monomorfizam SNP-ova za adenin iznosio je 3.206, odnosno 13,2% (2,7% više nego kod crnogorskih genotipova), za timin 3.697, odnosno 15,3% SNP-ova (više za 1% u odnosu na crnogorske pšenice). Monomorfizam citozina izmjeren je kod 4.733 (19,6%) SNP-a, što je za 5,4% više nego u crnogorskoj kolekciji. Za nukleotid guanin SNP-ovi su bili monomorfni u 4.469 slučajeva, odnosno 18,5% (za 4,3% više u odnosu na crnogorske genotipove). Ukupan monomorfizam italijanskih genotipova iznosi 16.105 odnosno 66,7%, što je u odnosu na crnogorske više za 17,8%. Tab. 13. Polimorfizam i monomorfizam SNP markera detektovanih u genotipovima italijanske tvrde pšenice (Cappelli, Russello, Svevo, Svevo duplikat i Taganrog) SNP Ukupno Neupotrebljivi 1.701 1.648 Monomorfni A T C G 16.105 3.206 3.697 4.733 4.469 Polimorfni

A/T A/C A/G T/ C T/G C/G

15

6.182 28 543 2.459 2.500 529 124 T/C i A/G tranzicije italijanskih genotipova iznosile su 2.500 (10,3%) i 2.459 (10,2%). To je za 7,8, odnosno 6,6% manje nego u crnogorskoj kolekciji. Transverzije A/T tipa ponovljene su 28 puta (0,11%) što je za 0,12% rjeđe nego kod crnogorskih pšenica, dok su A/C transverzije očitane 543 puta, odnosno 2,2% (1,3% rjeđe nego kod crnogorske kolekcije). T/G transverzija bilo je 529 (2,2%), što je za 1,3% manje nego kod crnogorskih genotipova, a C/G transverzija 124 (0,5%), odnosno 0,4% manje nego u crnogorskoj kolekciji. Ovi rezultati su pokazali da je kod italijanskih genotipova 6.182 SNP-ova bilo polimorfno što čini 25,6% ukupnog broja. U odnosu na italijanske genotipove, crnogorski genotipovi su imali veći broj polimorfnih genotipova za 19,33%. Imputacija SNP markera Nakon

mapiranja 24.145 SNP markera na referentni genom sorte tvrde pšenice Svevo, 4.604 markera nije bilo moguće mapirati jer pripadaju D genomu i isključeni su iz dalje analize. Od 19.541 markera, kao monomorfni duplikati, eliminisano je 9.356 markera. Preostala 10.185 bialelna markera su podvrgnuta imputaciji, odnosno algoritamskom popunjavanju nedostajućih podataka. Nakon imputacije, eliminisano je 3.149 markera parametrom MAF, kao i dodatna 103 markera čija heterozigotnost je bila manja od 10%. Finalni set podataka činila su 6.933 SNP markera (Fig. 9). Fig. 9. Procesiranje 25K SNP markera postupkom imputacije u Beagle 5.2 softverskom paketu Filogenetska analiza genotipova Polimorfni markeri korišćeni su za ispitivanje filogenetske vezanosti genotipova tetraploidne pšenice. Za hijerarhijsko klasterisanje

korišćen je UPGMA metod (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

84

) kojom je konstruisano filogenetsko stablo sa korijenom, kojim se opisuje matrica sličnosti, odnosno različitosti. Konstruisano filogenetsko stablo se račva na dvije glavne grane (Graf. 33). Na prvoj grani grupišu se italijanske sorte pšenice, Capelli, Russello, Svevo i Taganrog. Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića (METD-18/04) predstavlja crnogorski genotip idenitčan sa lokalnom italijanskom populacijom Taganrog. Za sortu Taganrog se pretpostavlja da je ruskog porijekla, što se da zaključiti i iz samog naziva (Taganrog je lučki grad u evropskom dijelu Rusije). Kako su političke i kulturološke veze između Crne Gore i Rusije tokom vladavine Petrovića, od XVII vijeka do početka XX vijeka bile intenzivne, moguće je da je jedan od crnogorskih vladara ovu sortu nekada donio na Cetinje. Mnogo godina kasnije ona je kolekcionisana u Brajićima (opština Budva), naselju koje se nalazi neposrednoj blizini Cetinja. Druga mogućnost je da je ona u Crnu Goru stigla pomorskim putem iz Pulje, odnosno luke Bari. Ostali genotipovi crnogorske tetraploidne pšenice grupisali su se u poseban klaster i nijesu pokazali filogenetsku bliskost sa italijanskim sortama. Ova analiza pokazala je identičnost većeg broja crnogorskih genotipova, koja je potvrđena i u matrici disimilarnosti. Genotipovi kod kojih je identifikovano više od 95% identičnih SNP markera su tretirani kao identični, pa je zbog toga iz svakog takvog klastera selektovan samo po jedan genotip. Graf. 33. Filogenetsko stablo dobijeno metodom UPGMA (Analizirana su 92 genotipa od kojih četiri pripadaju italijanskim sortama (označeni crvenom bojom) i 88 crnogorskih tetraploidnih pšenica (označeni sa METD). Plavom bojom su označeni genotipovi sa podudarnošću SNP markera preko 95% (isključeni iz dalje analize). Zelenom bojom su označeni genotipovi selektovani za dalje analize.) Analizom glavnih komponenti, odnosno PCA, koja se koristi za rutinsku analizu SNP podataka i otkrivanje strukture populacije i potencijalnih odstupanja kroz smanjenje dimenzionalnosti, transformacijom velikog skupa promjenljivih u manji, potvrđeni su rezultati filogeneteske analize (Graf. 34). PCA analiza takođe je potvrdila izdvajanje italijanskih sorti i METD-18/04 u jedan klaster (crveni krug). Drugi klaster činili su genotipovi METD-44/05, METD-56/01, METD-59/05, METD-64/03, METD-65/02, METD-66/02, METD-70/03, METD-72/02, METD-73/01, METD-74/02, METD-77/02 i METD-79/08 (plavi krug), a treći (14 genotipova, zeleni krug): METD-2/02, METD-5/02, prvih osam genotipova CAPTP METD-25, METD-27/02, METD-20/06, METD-19/02 i METD-9/05. Ostali genotipovi raspoređeni van tri klastera predstavljaju mješavine ovih genotipova, nastale kao posljedica međusobnih ukrštanja ovih populacija i dalje homogenizacije. Graf. 34. Analiza glavnih komponenti genotipova na osnovu SNP markera (Projekcija prve dvije glavne komponente PC1 i PC2) Kao kriterijum za eliminaciju duplikata korišćena je identičnost SNP markera genotipova iznad 95%. Ukupan broj identičnih genotipova po ovom kriterijumu je bio 41, odnosno 44% (Tab. 14). Genotipovi kod kojih je zabilježena identičnost po ovom kriterijumu su: – rogosija sa crvenim klasom iz Martinića (METD-3/04) i dva genotipa rogosije sa bijelim klasom i osjem iz Kokota (METD-13/01 i METD 13/03); – rogosija sa

bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje (METD-5/02) i rogosija sa žutim klasom i osjem iz Čukovića (METD-27/02); - četiri genotipa iste CAPTP rogosije sa crvenim klasom i osjem iz Klezne (METD- 11/01, METD-11/02, METD-11/03 i METD-11/07); - genotip rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Kokota (METD-13/02) i grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Mrkojevića (METD-15/09); - rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Gornjih Seoca (METD-19/02) i rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Tejana (METD-20/06); - rogosija sa smeđim (METD-21/05) i žutim osjem (METD-22/01) iz Vuksanlekića, rogosija iz Šestana iz Krajine (METD-23/03) i rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Karanikića (METD-24/01); - sedam genotipova koji pripadaju CAPTP rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčića (METD-25); - rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Golubovaca (METD-25/09) i rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Šestana (METD-31/04); - grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Kameničkog mosta (METD-26/06) i rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Bojke (METD-37/01); - rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Pečurica (METD-44/05), rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Trebinja (METD-56/01), rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Luge (METD-59/05), velja pšenica sa crvenim klasom i osjem iz Vodica kod Trebinja (METD-64/03), rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Podkraja (METD-65/02), rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Tuli (METD-73/01), rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Trebinja (METD-77/02) i rogosija sa bijelim osjem iz Fatnice kod Stolca (METD-79/08) i - rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Graba (METD-66/02), rogosija sa smeđim osjem iz Kraja (METD-70/03) i rogosija sa mrkim osjem iz Konavla (METD-72/02). Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića (METD-18/04), identična je Taganrogu i isključena je iz dalje analize. Selektovani genotipovi dati su u tabeli 14. Nakon selekcije genotipova po ovom kriterijumu eliminisano je 28 genotipova, te je za dalje analize ostalo ukupno 64 genotipa. Nakon eliminacije duplikata, konstruisan je novi PCA plot sa 64 uzorka i 6.915 polimorfnih SNP markera na kojem se formiraju samo tri klastera (Graf. 35). Jedan klaster čine italijanske sorte grupisane u gornjem desnom kvadrantu plota (označen plavom bojom) i koji se jasno odvaja od crnogorskih genotipova. Crnogorski genotipovi formiraju dva klastera, u prvom i trećem kvadrantu duž apcise. Prvi klaster (označen crvenom bojom) formira 35 genotipova, odnosno 54%, dok preostalih 25 genotipova formiraju drugi klaster (označen zelenom bojom), odnosno 39% filtriranih genotipova. Tab. 14. Genotipovi sa identičnošću SNP marker a preko 95% Genotipovi podudarnosti iznad 95% Selektovani genotipovi Genotipovi podudarnosti iznad 95% Selektovani genotipovi 1. METD-25/01 2. METD-25/02 3. METD-25/03 4. METD-25/04 5. METD-25/05 6. METD-25/06 7. METD-25/07 METD-25/01 8. METD-44/05 9. METD-56/01 10. METD-59/05 11. METD-64/03 12. METD-65/02 13. METD-72/02 14. METD-73/01 15. METD-77/02 16. METD-79/08 METD-44/05 17. METD-21/05 18. METD-22/01 METD-21/05 19. METD-26/06 20. METD-37/01 METD-26/06 21. METD-19/02 22. METD-20/06 METD-19/02 23. METD-5/02 24. METD-27/02 METD-5/02 25. METD-13/02 26. METD-15/09 METD-13/02 27. METD-23/03 28. METD-24/01 METD-23/03 29. METD-66/02 30. METD-70/03 31. METD 72/02 METD-66/02 32. METD-3/04 33. METD-13/01 34. METD 13/03 METD-3/04 35. Taganrog 36. METD-18/04 Taganrog 37. METD-25/09 38. METD-31/04 METD-25/09 39. METD-11/01 40. METD-11/02 41. METD-11/03 42. METD-11/07 METD-11/01 Podaci dobijeni PCA metodom provjereni su su filogenetskom analizom (Graf. 36). Hijerarhijskim klasterisanjem UPGMA metodom u Tassel-u jasno se izdvajaju italijanski i crnogorski genotipovi koji formiraju dva posebna klastera. Dvije grupe koje su se izdvojile PCA metodom su se robusno podijelile i na filogenetskom stablu (genotipovi iz dva različita klastera označeni zelenom i crvenom bojom) što dodatno potvrđuje da crnogorski genotipovi formiraju dva klastera. PCA 50 40 30 20 10 PC 2 0 -25 -20 -15 -10 -5 -10 0 5 10 15 20 25 -20 -30 -40 -50 PC1 Graf. 35. Analiza glavnih komponenti nakon eliminacije duplikata na 64 uzoraka Ove analize su jasno pokazale da crnogorski genotipovi tetraploidne pšenice ne potiču od italijanskih sorti, već da predstavljaju posebne populacije, koje su drugim putevima prispjele na ove prostore. Podaci takođe dokazuju da crnogorske populacije tetraploidne pšenice nijesu

korišćeni u savremenom oplemenjivanju, ali da predstavljaju potencijalni rezervoar korisnih gena. Time su potvrđeni zaključci do kojih su došli Rufo i sar. (2019), koji su ispitujući 354 genotipa meke pšenice pomoću 11.196 SNP uočili jasan geografski šablon u distribuciji genotipova, koje su formirale tri klastera: zapadni, južni i sjeverni Mediteran, kao i jasno razdvajanje savremenih sorti od CAPTP. Alemu i sar. (2020), poredeći savremene sorte sa etiopijskim lokalnim populacijama durum pšenice, takođe ističu visok genetski diverzitet lokalnih sorti i njihov značaj u selekciji pomoću markera (Marker Assisted Selection– MAS). Primjena 9K SNP čipa bila je veoma efikasna i u evaluaciji 803 populacije ječma porijeklom iz Evrope, Azije i Afrike. Rezultati ovih istraživanja pokazali su postojanje 4 jasno razdvojena klastera: centralnoevropski, mediteranski, istočnoafrički i azijski (Poets i sar., 2015). Efikasnost SNP markera u identifikaciji subklastera potvrđena je i kod populacije leće porijeklom iz Kanade, SAD–a i Australije. Naime, genetska udaljenost između formiranih klastera identična je porijeklu različitih populacija, što je potvrđeno i hijerarhijskom klaster analizom i PCoA analizom (Lombardi i sar., 2014). Graf. 36. Filogenetsko stablo 64 genotipa na osnovu molekularne analize Da bi provjerili da li unutar crnogorske populacije tetraploidnih pšenica dolazi do formiranja sličnih klastera kada su u pitanju i morfološke osobine izvršena je MCA analiza bazirana na 60 genotipova (Graf. 37). Ovom analizom nije došlo do formiranja klastera, već se svi genotipovi grupišu zajedno čineći jednu izuzetno heterogenu populaciju. Ovaj podatak pokazuje da morfološki markeri, kada je riječ o crnogorskoj kolekciji, nijesu efikasan alat za detekciju subklastera, kao što su molekularni markeri. Razlog za ovo mogu biti i drugačiji agroekološki uslovi u Banjoj Luci u poređenju sa onim koji vladaju u mjestu njihovog kolekcionisanja, što ukazuje da su navedene osobine pod snažnim uticajem faktora životne sredine ili mogućnost da je ova nekada jedinstvena populacija odnekud donešena na ove prostore. Graf. 37. MCA analiza 60 genotipova crnogorske tetraploidne pšenice na osnovu morfoloških podataka Određivanje genetske strukture populacija je vrlo važan aspekt genetskih studija. Jedna od najčešće korištenih metoda je izračun F–statistike pomoću Analize molekularne varijanse (AMOVA) (Meirmans, 2012). Analize su izvršene u GenAlEx programu na 60 uzoraka crnogorskih genotipova (uzorak od samo četiri italijanska genotipa nije dovoljan za temeljniju analizu). AMOVA je izvršena uzimajući K=2 za vrijednost subklastera. Molekularna analiza je podijelila genotipove na dvije grupe (Graf. 38 , Tab. 15). Prva grupa, koja se izdvojila nakon PCA analize ima 35 uzoraka, dok drugu, manju, čini 25 uzoraka.

Analizom molekularne varijanse, ustanovljeno je da varijabilnost između individua ima najveći udio u ukupnoj genetičkoj varijabilnosti (84%), dok

61

je razlika između dva klastera iznosila 16% (Graf. 38). To ukazuje na visoku genetsku diferencijaciju unutar subklastera, a malu između subklastera. Ovakav rezultat vjerovatno je posljedica velike razmjene gena, odnosno ukrštanja između populacija ili ukazuje na zajedničko porijeklo populacije.

Veća genetička varijabilnost između genotipova, u odnosu na varijabilnost između subklastera, pronađena je

61

i kod populacije pirinča iz Indije (Sahu i sar., 2017) i oplemenjivačkih linija meke pšenice (Tomar i sar., 2021). Graf. 38. Analiza molekularne varijanse (AMOVA) genotipova crnogorske tetraploidne pšenice Tab. 15. Analiza molekularne varijanse (AMOVA) kolekcije crnogorske tetraploidne pšenice podijeljene na ostovu genetskog klastera primjenom PCA i

UPGMA algoritma u TASSEL softveru. Izvor varijanse df SS MS Est. var. % p vrijednost Između klastera 1 6722.42 6722.42 194.23 16% <0.001 Unutar klastera 58 61333.55 1057.47 1057.47 84% Ukupno 59 68055.97 1251.70 100% df – stepen slobode; SS – suma kvadrata; MS – prosjek kvadrata; Est. var. – procjena varijanse; % – procenat ukupne varijanse Analiza glavnih koordinata (PCoA), kao što je očekivano, pokazala je diferenciranje dva glavna subklastera crnogorskih genotipova (Graf. 39). Prva glavna koordinata objašnjava 12,28% varijabilnosti, a druga 5,92%. Koordinata 2 Koordinata 1 Graf. 39. Analiza glavnih koordinata (PCoA) na osnovu 6.915 SNP markera na uzorku od 60 genotipova crnogorske tetraploidne pšenice. Srednja vrijednost različitih alela (Na) i broj efektivnih alela (Ne) iznosio je 2,095, odnosno 1,510 (Tab. 16). Prosječna vrijednost Šeenonovog indeksa na osnovu SNP markera iznosila je 0,463 za cijelu populaciju, dok je vrijednost diverziteta i nepristransog diverziteta iznosila 0,294, odnosno 0,304. Veći diverzitet pokazala je druga, manja subpopulacija sa 25 uzoraka (I=0.510, h=0.321 i uh=0.335), dok je prva subpopulacija bila manje različita (I=0.416, h=0.226 i uh=0.274). Informacije o divezitetu subpopulacija su izuzetno značajne za buduća molekularna ispitivanja, kao što su izučavanje genomskih asocijacija (Genome Wide Association Study – GWAS) i selekciju pomoću markera. Tab. 16. Genetska varijacija detektovana u crnogorskoj kolekciji tetraploidne pšenice

testirana sa	6.915 SNP markera	Na	Ne	I	h	uh
Privatni aleli	Subklaster 1 (35 uzoraka)	1,978	1,443	0,416	0,266	0,274
Subklaster 2 (25 uzoraka)		2,212	1,577	0,510	0,321	0,335
Svi uzorci		2,095	1,510	0,463	0,294	0,304

Na – broj različitih alela; Ne – broj efektivnih alela; I – Šenonov indeks informativnosti = –

$$1 * \sum (\pi_i * \ln(\pi_i)); h \text{ – diverzitet} = \frac{1}{\sum \pi_i^2}; uh \text{ – nepristrasan diverzitet} = \left(\frac{N}{N-1} \right) * h; \pi_i$$

je frekvencija π_i – tog alela za populaciju; $\sum \pi_i^2$ je suma kvadrata frekvencije alela u populaciji Broj privatnih alela, koji predstavljaju jedinstvene alele jedne populacije dat je u tabeli 16. Subklaster jedan, imao je veći broj lokusa sa privatnim alelima (462) od drugog (424), što je vjerovatno rezultat činjenice da je prvi subklaster veći. Ovi podaci ukazuju na jedinstvenu genetsku varijabilnost određenih lokusa, ali i identifikuju genotipove koji bi se, kao roditeljske linije, mogli koristiti u programima oplemenjivanja kako bi se maksimiziralo bogatstvo alela u populaciji (Eltaher i sar., 2018). Fig. 10. Raspored 60 genotipova na osnovu lokaliteta porijekla (Izvor: GoogleEarth, verzija 7.0) Polazeći od hipoteze da su uslovi životne sredine doprinijeli formiranju dva subklastera, 60 genotipova crnogorske tetraploidne pšenice je mapirano na fizičkoj mapi na osnovu geografskih koordinata mjesta sakupljanja (Fig. 10). Manji klaster koji sadrži 25 genotipova (plavi) dominantno čine genotipovi sakupljeni oko Skadarskog jezera (opštine Bar i Podgorica), duž Zetske i Bjelopavličke ravnice, dok veći klaster (crveni) čini 35 genotipova čije su zone porijekla locirane duž obale crnogorskog Primorja i u Hercegovini. Centralnu zonu, za koju se veže manji klaster, karakterišu hladnije zime i toplija ljeta nego što je to slučaj na Primorju. U oblasti Zetske i Bjelopavličke ravnice

prosječna temperatura vazduha **u januaru iznosi 10, a u julu oko 27 °C**

46

. Otvorenost prema Jadranskom moru manifestuje se snažnim klimatskim uticajem Mediterana, odakle dopiru topli talasi

. Primorsku oblast, u kojoj je lociran drugi klaster, karakteriše sredozemna klima. Primorje je od kontinentalnog zaleđa odvojeno visokim planinskim vijencima Orijena, Lovćena i Rumije.

. Srednje temperature vazduha u julu kreću se između 25–28 °C. Pavićević (1974) navodi da se u centralnoj zoni Crne Gore uglavnom gaje genotipovi duže vegetacije, dok se u obje zone nalaze varijeti crvenih i bijelih klasova, dobre otpornosti na sušu. Ukoliko se pođe od pretpostavke da tetraploidna pšenica u Crnoj Gori i Hercegovini čini jednu veliku populaciju, kako je to potvrđeno filogenetskom analizom (Graf. 36), onda su najveći uticaj na formiranje dva klastera imali različiti klimatski uslovi koji vladaju u centralnoj i priobalnoj zoni. Razdvajanje lokalnih populacija na subklaster primjenom SNP markera potvrdili su i Aesomnuk i sar. (2021). Oni su proučavajući tajlandske populacije pirinča SNP markerima uočili jasno razdvajanje populacija japonika, gajenih u umjerenim klimatskim zonama i na većim geografskim širinama i visinama, od indika vrsta koje se dominantno gaje u tropskim i subtropskim oblastima i na nižim geografskim širinama i nadmorskim visinama. Grupisanje varijeteta kao odraz evolutivnih promjena vezanih za geografsku lokaciju potvrđuje rezultate PCA i PCoA analiza. Na osnovu rezultata molekularne i morfološke analize može se sa dosta vjerovatnoće zaključiti da je crnogorska kolekcija tetraploidnih pšenica u stvari jedna jedinstvena populacija koja se tokom vremena, i pod uticajem klimatskih i zemljišnih prilika, vremenom diverzifikovala u dvije subpopulacije. Na to jasno ukazuju tačkaste mutacije, odnosno SNP markeri i morfološki markeri. Koji su putevi širenja i dolaska populacija tetraploidne pšenice na ove prostore, ostaje i dalje nejasno. Uprkos intenzivnim relacijama sa Italijom tokom X, XI i XII vijeka, naročito između oblasti Pulje i Kotora, crnogorski genotipovi tvrde pšenice, izuzev CAPTP METD 18/04 (identičan lokalnoj populaciji Taganrog iz Pulje), nemaju srodnosti sa italijanskim sortama (Pavićević, 1974). Nedostatak genotipova sličnih sa sortom Capelli (selekcionisana 1915. godine i vodi porijeklo od sjevernoafričke lokalne populacije Jean Retifah) koja je vrlo brzo nakon uvođenja u kulturu zamijenila više od 60% do tada gajenih varijeteta u Italiji, ukazuje na činjenicu da na ove prostore u XX vijeku nije bilo introdukcije novih kultivara iz Italije. Srodnost nije utvrđena ni sa antičkom sicilijanskom sortom Russello (Visioli i sar., 2021), kao 4 <http://www.meteo.co.me/index.php> ni sa savremenom italijanskom sortom Svevo koja vodi porijeklo od CIMMYT selekcija i sorte Zenit, a registrovana je 1996. godine (Xynias i sar., 2020). Nakon ovih istraživanja, vjerovatnoća da su tetraploidne pšenice na Balkansko poluostrvo, kako to navodi i navodi Pavićević (1974), dospjele pomorskim putevima iz Turske (preko Grčke), vjerovatno na prelazu iz Stare u Novu Eru, postaje još izvjesnija. Mogućnost da su na ove prostore dospjele kopnom iz Grčke, preko Makedonije i Srbije, manje je vjerovatna jer su im na tom putu, osim masivnih planinskih vijenaca, često stajale i druge istorijske prepreke. Analiza genotipova nakon SNP imputacije Nakon imputacije SNP-ova, diskriminativnom analizom glavnih komponenti, tri italijanska genotipa Russello, Capelli i Taganrog su se grupisala odvojeno, dok je ovom analizom sorta Svevo bila genetički bliska većem broju crnogorskih genotipova (Graf. 40). Grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Kameničkog mosta (METD-17/01) se grupisala zajedno sa italijanskim sortama Capelli i Russello, dok je genotip rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića (METD-18/04) identičan sa lokalnom italijanskom populacijom

Taganrog. Faktorijalna analiza prve dvije glavne komponente u DARwin softveru, pokazuje veću genetičku sličnost italijanskih sorti sa *Triticum turgidum* ssp. *turgidum* (Graf. 41). Genotipovi koji su botanički klasifikovani kao tvrda, odnosno *turgidum* pšenica, na osnovu analiza SNP markera nijesu formirala dva odvojena klastera. Ovom analizom uočeno je grupisanje genotipova porijeklom iz Bosne i Hercegovine, u gornjem lijevom kvadrantu i genotipova porijeklom iz okoline Ulcinja, u donjem lijevom kvadrantu (Graf. 42). Genotipovi iz Podgorice su dominantno grupisani zajedno, dok to nije slučaj sa genotipovima iz Danilovgrada. Ovaj podatak ukazuje na nesrodnost genotipova centralnog dijela Crne Gore. Mapa grupisanja genotipova tetraploidne pšenice potvrđuje sličnost i formiranje pet različitih grupa (Fig. 11). Jedan klaster čine genotipovi iz Bosne i Hercegovine i Boke Kotorske (tamno plavi krug). Genotipovi iz Danilovgrada i Budve čine prilično neujednačen, drugi klaster (rozi krug). Genotipovi iz Ulcinja i Bara formiraju treći klaster, što je potvrdila i DAPC analiza (zeleni krug). Četvrti klaster formiraju genotipovi iz okoline Podgorice (svijetlo plavi krug), a posljednji peti klaster (žuti krug) zapravo čini samo jedan genotip METD-50/04 (rogosija sa smeđim osjem iz Police), pronađen na teritoriji opštine Berane. Graf. 40. Diskriminantna analiza glavnih komponenti 87 genotipova crnogorske tetraploidne pšenice i četiri italijanska genotipa Graf. 41. Razdvajanje genotipova na osnovu botaničke pripadnosti (*Triticum turgidum* ssp. *turgidum* i *Triticum turgidum* ssp. *durum*) Graf. 41. Diskriminantna analiza glavnih komponenti DAPC genotipova na osnovu lokaliteta Hijerarhijsko klasterisanje sa toplotnom mapom potvrđuje četiri klastera (Fig. 12). Prvu grupu čine italijanski genotipovi koji pokazuju međusobnu genetsku sličnost (grupa jedan). Sličnost sa crnogorskim genotipovima nije detektovana osim za genotip METD-18/04 i Taganrog. Drugi klaster formiraju dominantno genotipovi iz Bosne i Hercegovine (označen tamno plavo – grupa 2a). U trećem klasteru dominiraju genotipovi iz Bara i Ulcinja (označen zeleno – grupa 2b). Genotipovi iz Danilovgrada dominantno formiraju četvrtu grupu (označena svijetlo roze – grupa 3a) koja je filogenetski bliska genotipovima iz Podgorice koji formiraju posebnu grupu – 3b (označena svijetlo plavo). Na dendrogramu se izdvojila i posebna grupa genotipova koju čine rogosija sa žutim klasom i osjem iz Čukovića (METD-27/02), rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Gornjih Seoca, Virpazar (METD-19/02), rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Tejana (METD-20/06) i rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Bečića (METD-34/03). Fig. 11. Mapa sa oznakama pet klastera koje formiraju genotipovi tetraploidne pšenice Filogenetsko stablo i DAPC analiza genotipova nakon imputacije SNP-ova ukazuju na formiranje dva klastera tetraploidne pšenice: jednog, iz centralog regiona koji čine genotipovi grupa 3a, 3b i 4 i koji su dominantno sakupljeni na lokalitetima Podgorica i Danilovgrad, i drugog, kojeg čine genotipovi koji pripadaju grupama 2a i 2b, a čiji genotipovi vode porijeklo sa Primorja i iz Bosne i Hercegovine (Fig. 13). Fig. 12. Dendrogram sa toplotnom mapom. Grupisanje genotipova crnogorske i italijanske tetraploidne pšenice na osnovu hijerarhijskog klasterisanja Fig. 13. Mapa genotipova tetraploidne pšenice nakon imputacije genotipova i filogenetske analize Klasifikacija CAPTP na osnovu primarne karakterizacije klasova Prilikom botaničke klasifikacije, akademik Pavićević (1973) najviše se vodio strukturom endosperma zrna, kao i osobinama pljeva i pljevica. U tom smislu sve populacije golozrnih tetraploidnih pšenica ove zone koji imaju sasvim ili do $\frac{3}{4}$ staklasta i tvrda, prozračna i izdužena zrna, izdužene pljeve prilično iste dužine kao i spoljašnje pljevice svrstane su u varijetet *T. durum* Desf., a populacije kod kojih je zrno sasvim ili do $\frac{3}{4}$ brašnasto, meko i trošno, a pljeve kraće od spoljašnjih pljevica klasifikovane su kao varijetet *T. turgidum* L. Na osnovu ovih osobina, a posebno strukture zrna, on je sve populacije iz crnogorske kolekcije tetraploidnih pšenica svrstao u varijetet *T. durum* Desf. Međutim, kod nekih genotipova se nerijetko sreću i brašnasta zrna. Ova pojava je zabilježena u sličnim geografsko – ekološkim uslovima južne Italije (Pavićević 1973). Snažne, moćne i visoke biljke sa čvrstim stablom i veoma izraženim prstenastim nodijima bez malja, intenzivno zelene boje lišća i krupnih, dugačkih, ujednačenih, cilindričnih, dobro ozrnjenih klasova, dugog i čvrstog osja Pavićević determiniše kao podvrstu *expansum* Vav. Dalje, analizirajući neka

druga obilježja, kao što su prisustvo ili odsustvo malja na klasovima, boju klasova, boju osja i zrna, on forme bijelih klasova bez malja i bijelih zrna i osja svrstava u varijetet leucurum Al., a forme bijelih klasova bez malja i bijelih zrna i crnog osja u varijetet leucomelin Al. Pšenice crnih klasova bez malja na bijeloj osnovi, bijelih zrna i crnog osja klasifikuje kao varijetet albo-provinciale Flaksb., a one sa crvenim klasovima bez malja, bijelih zrna i crvenog osja kao hordeiforme Korn. Populacije sa crvenim klasovima bez malja, bijelog zrna i crnog osja Pavićević je svrstao u varijetet erythromelan Korn., i na kraju, one sa crnim klasovima na crvenoj osnovi, bez malja, bijelih zrna i crnog osja u varijetet provinciale Al. Nakon preliminarnе klasifikacije u Sveruskom istraživačkom institutu za biljnu proizvodnju N. I. Vavilov koja pripada klasifikaciji roda *Triticum* po Dorofeevu (1979) (Tab. 17), samo četiri CAPTP pripadaju vrsti *Triticum turgidum* ssp. durum i to: rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne, Ulcinj (METD-11), rogosija sa bijelim osjem iz Spinja, Tuzi (METD-8), rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Gornjih Seoca, Virpazar (METD-19) i rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Pečurica (Bar) (METD-44). Sve ostale CAPTP pripadaju vrsti *Triticum turgidum* ssp. turgidum. Do ovog zaključka došlo se na osnovu glavnih karakteristika *Triticum turgidum* i razlika u odnosu na *Triticum durum*, a to su: pljeve klasića konveksne i kraće od cvjetnih pljeva, glavna bočna vena lista jasno izražena; vrh pljeve jasno definisan i kratak, u osnovi klasića guste dlačice, zrno je široko, ovalno, oblo i brašnasto. *Triticum turgidum* premašuje *Triticum durum* po veličini klasja, broju klasića po klasu i visini biljke (Dorofeev i sar., 1979). Tab. 17. Klasifikacija CAPTP u Sveruskom istraživačkom institutu za biljnu proizvodnju N. I. Vavilov koja pripada klasifikaciji roda *Triticum* po Dorofeevom (1979) CAPTP prema botaničkoj klasifikaciji METD-1 METD-2 METD-3 METD-4 METD-5 METD-6 METD-7 METD-8 METD-9 METD-10 METD-11 METD-12 METD-13 METD-14 METD-15 METD-16 METD-17 METD-18 METD-19 METD-20 METD-21 METD-22 METD-23 METD-24 METD-25 METD-26 METD-27 METD-28 METD-29 METD-30 METD-31 METD-32 METD-33 METD-34 METD-35 METD-36 METD-37 METD-38 METD-39 METD-40 METD-41 METD-42 METD-43 METD-44 METD-45 METD-46 METD-47 METD-48 METD-49 METD-50 METD-51 METD-52 METD-53 METD-54 METD-55 METD-56 METD-57 METD-58 METD-59 METD-60 METD-61 METD-62 METD-63 METD-64 METD-65 METD-66 METD-67 METD-68 METD-69 METD-70 METD-71 METD-72 METD-73 METD-74 METD-75 METD-76 METD-77 METD-78 METD-79 METD-80 CAPTP klasifikovane kao *Triticum turgidum* ssp. durum označene su plavim poljima; ostale CAPTP pripadaju vrsti *Triticum turgidum* ssp. turgidum

Rezultati upitnika o tradicionalnim sortama poljoprivrednog bilja Upitnik o tradicionalnim sortama poljoprivrednog bilja bio je dostupan javnosti 39 dana, u periodu od 24. februara do 2. aprila 2020. godine. Većina ispitanika je odgovorila na upitnik u roku od 5–10 min (47,1% ispitanika) (Graf. 43). U studiji je učestvovalo 1.178 ispitanika. <1 min. (0.7 %); 1–2 min. (6.6 %); 2–5 min. (27.2 %); 5–10 min. (47.1 %); 10–30 min. (16.6 %); 30–60 min. (1.4 %); >60 min. (0.4 %) Graf. 43. Prosječno vrijeme popunjavanja upitnika Od 1.178 ispitanika, 714 odnosno 60,6% je bilo ženskog pola, dok je 464, odnosno 39,4% bilo muškog pola (Graf. 44). Ponuđeni odgovori Broj odgovora Procenat Muški 464 39.4 % Ženski 714 60.6 % Graf. 44. Pol ispitanika Najveći broj ispitanika bio je starosti od 35 do 44 godine (29,4%), a zatim slijede: od 25 do 34 (28,1%), 18 do 24 (23,4%), 45 do 54 (13,9%), dok je najmanji broj ispitanika bio iznad 55 godina starosti (5,2%) (Graf. 45). Ponuđeni odgovori 18–24 25–34 35–44 45–54 55 i više Broj odgovora 276 331 346 164 61 Procenat 23.4 % 28.1 % 29.4 % 13.9 % 5.2 % Graf. 45. Starosna dob ispitanika Ponuđeni odgovori bez formalnog obrazovanja osnovna škola srednja škola fakultet magistar ili doktor nauka Broj odgovora 9 9 348 675 137 Procenat 0.8 % 0.8 % 29.5 % 57.3 % 11.6 % Graf. 46. Nivo obrazovanja ispitanika Visok stepen obrazovanja bio je najzastupljeniji kod ispitanika (fakultet – 57,3%, a zvanje magistar ili doktor nauka 11,6%), potom srednje obrazovanje (29,5%), dok je bez formalnog ili sa osnovnim obrazovanjem bilo po 0,8% (Graf. 46). Gotovo 70% anketiranih imalo je redovan posao, 16,2% su bili studenti, dok je 11,4% bilo nezaposleno. Udio penzionera u ukupnom broju ispitanika iznosio je 2,5% (Graf. 47). Najveći broj ispitanika se

informiše o genetički modifikovanoj hrani (GMO) i o zdravoj hrani putem interneta – 70,2% (Graf. 48). Blizu trećine ispitanika je izjavilo je da se o hrani informiše putem medija (televizije, radija ili novina), dok blizu četvrtine ispitanika odgovore o genetičkoj modifikovanoj hrani i zdravoj hrani traži u stručnoj literaturi (22,8%). Informisanje o navedenim vrstama hrane je najrjeđe preko društvenih mreža i prijatelja, komšija i rođaka. Ovi rezultati mogu poslužiti kao važna osnova za definisanje daljih koraka u pravcu povećanja svijesti i informisanosti stanovništva o genetički modifikovanoj hrani i zdravoj hrani. Ponuđeni odgovori Broj odgovora Procenat redovan posao (puno radno vrijeme ili nepuno radno vrijeme) 823 69.9 % student 191 16.2 % nezaposlen 134 11.4 % penzioner 30 2.5 % Graf. 47. Zanimanje ispitanika Sa stanovništva ekonomske aktivnosti, informisanje putem interneta je značajno zastupljenije kod nezaposlenih, zaposlenih i studenata u odnosu na penzionere, dok je sa druge strane informisanje iz stručne literature, ali i prikupljanje informacija od rođaka, prijatelja i komšija zastupljenije kod penzionera u odnosu na ostale kategorije. Dodatno, starija populacija se češće informiše putem stručne literature i televizije, radija i novina u odnosu na mlađu populaciju. Internet Televizija, radio, novine Stručna literatura Društvene mreže (Facebook, Tweeter, Instagram itd.) Prijatelji, rođaci, komsije 70,2 31,9 22,8 17,7 13,8 0 10 20 30 40 50 60 70 80 Graf. 48. Način informisanja o genetički modifikovanoj hrani i zdravoj hrani GMO hrana 6,4% Hrana sa povećanim sadržajem pesticida 3,4% Samostalna proizvodnja zdravstveno bezbjedne hrane 90,2% Graf. 49. Izbor određene vrste hrane Ukoliko bi morali da biraju, 90,2% ispitanika bi izabrali hranu koju bi samostalno proizvodili u odnosu na GMO hranu ili hranu u kojoj se nalaze povećane rezidue pesticida. GMO hranu bi biralo 6,4% ispitanika, dok bi hranu sa povećanim ostacima pesticida izabralo 3,4% ispitanika (Graf. 49). Posmatrano po stepenu obrazovanja, veća orjentisanost ispitanika na GMO hranu zabilježena je kod ispitanika bez formalnog obrazovanja ili sa završenom osnovnom školom. Naime, od ukupnog broja ispitanika bez formalnog obrazovanja, njih 28,6% bi izabralo GMO hranu u odnosu na druge oblike ishrane, dok je taj procenat kod ispitanika sa završenom osnovnom školom na nivou od 22,2%. Sa druge strane, ovaj odgovor kod ostalih ispitanika (sa završenom srednjom školom ili fakultetom) je znatno rjeđi i iznosi 7,1% odnosno 5,6%. Prilikom izbora hrane između dva ekstrema: radije kupujem hranu proizvedenu na tradicionalan način ili organski, uz minimalnu upotrebu vještačkih đubriva i pesticida, označen sa jedan i radije kupujem hranu iz konvencionalne proizvodnje/hranu proizvedenu uz upotrebu vještačkih đubriva i pesticida, označen sa pet, 43,5% ispitanika je izabralo tradicionalne načine proizvodnje, 27,1% je umjereno preferiralo ove proizvode, a 23,3% je bilo neutralno. Hranu iz konvencionalne proizvodnje odabralo je samo 1,4%, a umjerenu sklonost ka kupovini ovih proizvoda pokazalo je 4,8% anketiranih (Graf. 50). Prosječna ocjena preferenci ispitanika iznosila je 1,93, što ukazuje da ispitanici radije kupuju hranu proizvedenu na tradicionalan način ili organsku hranu u odnosu na hranu iz konvencionalne proizvodnje. 1 2 3 4 5 Radije kupujem hranu 512 319 274 56 17 Radije kupujem hranu iz proizvedenu na tradicionalan 43.5% 27.1% 23.3% 4.8% 1.4% konvencionalne način ili organski, uz proizvodnje/hranu minimalnu upotrebu proizvedenu uz upotrebu vještačkih đubriva i pesticida vještačkih đubriva i pesticide Graf. 50. Ocjene preferenci ispitanika pri izboru hrane Posmatrano sa stanovišta starosti, prosječna ocjena prilikom izbora hrane je najveća kod ispitanika starosti od 18 – 24, dok je najmanja kod ispitanika starijih od 55 godina (1,73 na skali od 1 do 5). Ispitanici sa višim nivoom obrazovanja dali su niže ocjene u odnosu na one sa nižim nivoom obrazovanja. Neznatne razlike se uočavaju između nezaposlenih koji su dali najveću prosječnu ocjenu (2,16) i penzionera (1,86) koji radije kupuju hranu proizvedenu na tradicionalan način ili organsku hranu (Graf. 51). Ispitanici koji su nekad konzimirali proizvode od lokalnih sorti, kao što su hljeb, kačamak, peciva, sokovi ili džemovi su u najvećem procentu izdvojili ukus kao bitnu karakteristiku ove grupe proizvoda (79%), dok je nešto više od polovine ispitanika (56%) označilo miris kao posebnu karakteristiku. Svaki drugi ispitanik je kao posebnu karakteristiku označio hranljivost proizvoda, dok 44,5% ispitanika kao posebnu karakteristiku proizvoda proizvedenih od lokalnih sorti vidi zdravstvene

benefite (liječenje bolesti, tradicionalni recepti za prehladu, bolesti varenja i drugo) (Graf. 52). 4,5 5 3,5 4 2,5 3 2 2,02 1,91 1,92 1,94 1,73 2,14 2,11 2,07 1,88 1,83 2,16 1,86 1,89 1,95 1,5 0,5 1 0 18-24 25-34 35-44 45-54 55 i više Bez formalnog obrazovanja Osnovna škola Srednja škola Fakultet Godine starosti Nivo obrazovanja Magistratura ili doktorat Nezaposlen Penzioner Zaposlen Student Zanimanje Graf. 51. Prosječne ocjene preferencija ispitanika sa stanovišta različitih kategorija pri odabiru tradicionalno proizvedene/organske hrane i hrane iz konvencionalne proizvodnje Ukus Miris Hranljivost Zdravstveni benefiti ostalo 79,0 56,0 50,2 44,5 1,2 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Graf. 52. Posebna karakteristika proizvoda od lokalnih sorti Posmatrano sa stanovišta pola, muškarci su češće označavali ukus i miris kao posebne karakteristike proizvoda od lokalnih sorti u odnosu na žene (81,3% i 59,4% naspram 77,5% i 53,7%), dok su sa druge strane žene veći primat dale hranljivosti i zdravstvenim benefitima (52% i 47% naspram 47,5% i 40,6%). Od ukupnog broja ispitanika, čak 94,5% je izjavilo da bi radije kupilo hljeb koji je proizveden od lokalne sorte pšenice nego od savremene, uvezene sorte (Graf. 53). Posmatrano po nivou obrazovanja, ispitanici sa nižim obrazovanjem su veći značaj dali savremenim, uvezenim sortama pšenice u odnosu na one sa visokim obrazovanjem. Od ukupnog broja ispitanika bez formalnog obrazovanja, 28,6% je odgovorilo da bi radije kupilo hljeb od savremene uvezene sorte pšenice u odnosu na lokalne sorte, dok je taj procenat kod ispitanika sa završenom osnovnom školom na nivou od 22,2%. Broj ispitanika sa visokim obrazovanjem koji bi radije kupili hljeb koji je proizveden od savremene uvezene sorte pšenice bio je značajno manji (4,7% ispitanika sa završenim fakultetom i 2,4% ispitanika sa magistraturom i/ili doktoratom). Razlike u odgovorima postoje posmatrano i sa stanovišta radne angažovanosti. Od ukupnog broja ispitanika koji su nezaposleni, 88,4% bi radije kupilo hljeb proizveden od lokalne sorte pšenice, dok je nešto niži procenat zabilježen kod grupe penzionera (90,5%). Sa druge strane, od ukupnog broja zaposlenih, 96,3% bi radije kupilo hljeb od lokalne sorte pšenice. Savremene, uvezene sorte pšenice 5,5% Lokalne sorte pšenice 94,5% Graf. 53. Da li bi radije kupili hljeb proizveden od lokalne sorte pšenice ili od savremene, uvezene sorte pšenice? Od ukupnog broja ispitanika, blizu dvije trećine ima intenciju kupovine lokalnih proizvoda za koje imaju saznanje da su proizvedeni sa manjom upotrebom vještačkih đubriva i pesticida i koji imaju određene specifične karakteristike kao što su: ukus, miris i hranljivost (65,7%). Sa druge strane, njih 30,2% je izjavilo da isključivo kupuje lokalne proizvode ili proizvode za koje smatraju da su zdraviji. Cijena predstavlja najmanje važan kriterijum prilikom kupovine, odnosno odabira hrane. Od ukupnog broja ispitanika, samo 7,1% se vodi cijenom, odnosno uvijek kupuje jeftnije proizvode (Graf. 54). Trudim se da kupujem lokalne proizvode za koje sam siguran da su proizvedeni sa manjom upotrebom vještačkih đubriva i pesticida i koji imaju određene karakteristike koje mi se dopadaju (ukus, miris, hranljivost) Isključivo kupujem lokalne proizvode ili proizvode za koje smatram da su zdraviji 65,7 30,2 Vodim se cijenom, uvijek biram jeftiniji proizvod 7,1 0 10 20 30 40 50 60 70 Graf. 54. Prilikom kupovine kojim se kriterijumima vodite? 40 35 34,2 31,1 30 25 20 19,0 15 10,3 11,2 10 5 0 25% 50% 75% 100% i više Ne bih kupovao/la taj proizvod ukoliko je cijena veća od prosječne Graf. 55. Spremnost ispitanika da više plate brašno, hljeb i ostale proizvode proizvedene od lokalnih sorti Najmanji procenat anketiranih bi za brašno, hljeb i ostale proizvode od lokalnih sorti platio 75% više od cijene konvencionalnih proizvoda, dok 11,2% nije spremno da izdvoji veću sumu novca za njihovu kupovinu. Duplo veću cijenu bi platilo 18,9% ispitanika, 25% veću njih 31,2%, dok bi 34,4% bilo spremno da plati 50% više od cijene konvencionalnih proizvoda (Graf. 55). Od ukupnog broja ispitanika koji ne bi kupili proizvod čija je cijena veća od prosječne, veće učešće imaju ispitanici stariji od 45 godina. Takođe, ovaj stav je značajno prisutniji kod penzionera (33,3%), u odnosu na druge kategorije stanovništva. Danas je na tržištu dostupan veliki broj proizvoda sa oznakama "lokalni", "tradicionalni" ili "domaći" proizvod. U Crnoj Gori je na snazi Zakon

o oznakama porijekla, geografskim oznakama i oznakama garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (Službeni list Crne Gore br. 18

92

od 1. aprila 2011. godine).

Ovim zakonom uređuju se oznake porijekla, geografske oznake i oznake garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, način i uslovi za registraciju, ocjenjivanje usaglašenosti, kao i druga pitanja od značaja za njihovo označavanje

5

Oznaka porijekla je naziv regiona, određenog mjesta ili države, koji se koristi za označavanje poljoprivrednog ili prehrambenog proizvoda koji potiče iz

5

te oblasti, a

čiji su kvalitet ili karakteristike isključivo ili bitno uslovljene prirodnim i ljudskim faktorima te geografske sredine i čija se proizvodnja, prerada i priprema odvija na određenom geografskom području. Geografska oznaka je naziv regiona, određenog mjesta ili države koji se koristi za označavanje poljoprivrednog ili prehrambenog proizvoda koji potiče iz

5

te oblasti

koji ima specifičan kvalitet, reputaciju ili druge karakteristike koje se mogu pripisati njegovom geografskom porijeklu i čija se proizvodnja, prerada ili priprema odvija u određenom geografskom području

5

. Siguran sam da proizvod nije proizveden u Crnoj Gori i da sirovine nijesu porijeklom iz Crne Gore 3,6% Proizvod je proizveden u Crnoj Gori, ali nijesam sigurna da li sirovina potiče iz Crne Gore 39,1% Siguran sam da je proizvod od sirovina proizvedenih u Crnoj Gori, od lokalnih sorti bilja ili od domaćih životinja 57,3% Graf. 56. Značenje oznake "lokalni/domaći proizvod" Student 3,7% 34,4% 61,9% Zanimanje Zaposlen 2,5% 41,7% 55,8% Penzioner 14,3% 23,8% 61,9% Nezaposlen 8,5% 32,6% 58,9% Nivo obrazovanja Magistratura ili doktorat 3,2% 46,580%,0% Fakultet 2,9% 40,2% 56,9% Srednja škola 4,7% 35,2% 60,1% Osnovna škola 0,0% 22,2% 77,8% Bez formalnog obrazovanja 28,6% 14,3% 57,1% 55 i više 7,7% 44,24% 8,1% Godine starosti 45-54 5,0% 37,3% 57,8% 35-44 2,1% 43,7% 54,2% 25-34 3,5% 37,2% 59,3% 18-

24 4,1% 35,8% 60,1% 0,0% 10,0% 20,0% 30,0% 40,0% 50,0% 60,0% 70,0% 80,0% 90,0%

Siguran sam da proizvod nije proizveden u Crnoj Gori i da sirovine nijesu porijeklom iz Crne Gore Siguran sam da je proizvod od sirovina proizvedenih u Crnoj Gori, od lokalnih sorti bilja ili od domaćih životinja Proizvod je proizveden u Crnoj Gori, ali nijesam sigurna da li sirovina potiče iz Crne Gore Graf. 57. Značenje izraza "lokalni/domaći proizvod" za različite kategorije ispitanika tradicionalne sorte bilja, kako bi proizvodili autentične, lokalne proizvode 78,8% moderne, savremene sorte bilja, kojim bi proizvodili standardne proizvode 11,0% ne bih uzimao/la u obzir da li je u pitanju tradicionalna ili savremena sorta, vodio/la bih se profitom i zaradom 10,2% Graf. 58. Odabir sorti i sistema proizvodnje u slučaju da se ispitanik odluči baviti poljoprivrednom proizvodnjom Manji broj ispitanika (3,6%) izražava sumnju, te smatra da proizvod sa oznakom "lokalni/domaći" nije proizveden u Crnoj Gori. Određeni broj ispitanika (38,9%) smatra da ova oznaka znači da je proizvod proizveden u Crnoj Gori, ali moguće je da sirovine ne potiču iz Crne Gore. Najveći procenat (57,4%) smatra da je proizvod od sirovina proizvedenih u Crnoj Gori, od lokalnih sorti bilja ili od domaćih životinja (Graf. 56). Najveća sigurnost u termin "lokalni/domaći proizvod" je uočena kod studenata i penzionera, ali i kod mlađe populacije (18–24 godine) i ispitanika koji imaju završenu osnovnu školu. Sa druge strane, najveća sumnjičavost je uočena kod zaposlenih, osoba sa magistraturom ili doktoratom, kao i kod starije populacije (Graf. 57). U slučaju da se bave poljoprivrednom proizvodnjom, ispitanici su vrlo pozitivno ocijenjenili proizvodnju korišćenjem tradicionalnih sorti bilja, kako bi proizvodili autentične, lokalne proizvode (78,5%) (Graf. 58). Ovakvi stavovi ohrabruju kada je riječ i potencijalnoj reintrodukciji autohtonih sorti. Sa druge strane, 11% ispitanika bi koristilo moderne, savremene sorte bilja, kojima bi proizvodili standardne proizvode, dok nešto manji procenat, 10,2%, ne bi uzimao u obzir da li je u pitanju tradicionalna ili savremena sorta, već bi se isključivo vodio profitom. Zarada je kriterijum prisutniji kod muškaraca, nego kod žena (13,4% naspram 8,0%). Profit i zarada je zastupljeniji stav kod nezaposlenih i penzionera u odnosu na studente i zaposlene. Zaključci – Od ukupno 125 CAPTP iz Crnogorske banke biljnih gena, u trenutku početka istraživanja 2018. godine preostalo je 70% kolekcije (89 CAPTP). Loša energija kljanja sjemena, fuzarioza i virus žute patuljavosti ječma uticali su na slabiju regeneraciju CAPTP iz Crnogorske banke biljnih gena i smanjenje broja CAPTP od početnih 125 na 80 koji su korišćeni u molekularnim analizama. – Diferenciranje 389 genotipova od 80 CAPTP morfološkom analizom ukazuje na veliku fenotipsku varijabilnost crnogorskih populacija tetraploidne pšenice, kao i to da su u pitanju populacije sastavljene od velikog broja različitih genotipova. – Nepodudarnosti između genotipova koji pripadaju istim grupama i klasa dobijenih aglomerativnom hijerarhijskom klaster analizom morfoloških osobina ukazuje na to je raspored CAPTP rađen na osnovu vremena njihovog prikupljanja, a ne prema zajedničkim osobinama ili genetičkoj bliskosti/sličnosti. – Genotipovi iz grupe VII, koji potiču iz oblasti između Dubrovnika i Herceg Novog i sjeverno do Trebinja, u klaster analizi grupisali su se u jednu klasu, što ukazuje na veliku morfološku sličnost i vjerovatno bliske ili identične varijetete, a što je posljedica i relativno malog prostora na kojem su sakupljeni. – Najveća vrijednost normalizovanog Šenonovog indeksa izmjerena je za osobine širina ramena donje pljeve, varijetet i učestalost biljaka sa povijenim zastavičarom, što ukazuje da za ove osobine nije postojao veliki selekcionni pritisak faktora spoljašnje sredine ili čovjeka. – Sve osobine donje pljeve imaju relativno visok Šenonov indeks, što je očekivano, jer nijesu lako uočljive, a i selekcija pod uticajem čovjeka se isključuje. – Osobine koje su lako uočljive (oblik i dužina klasa, ispunjenost poprečnog presjeka stabla i dužina osja) imaju manju varijabilnost, što ukazuje na uticaj spoljašnje sredine i selekcije od strane proizvođača koji su uticali na veću zastupljenost genotipova piramidalnog klasa srednje dužine, srednje ispunjenosti poprečnog presjeka stabla i dugog osja. – Veoma visoke biljke svih CAPTP ukazuju na činjenicu da ove populacije nemaju Rht gen i da su introdukovane prije početka Zelene revolucije. – Primjena višestruke korespodentne analize nije uspjela jasno da razdvoji proučavane genotipove na osnovu analiziranih morfoloških varijabli, što ukazuje na veliku sličnost genotipova i zajedničko porijeklo

svih CAPTP. – Varijable koje doprinose jasnijem grupisanju genotipova višestrukom korespondentnom analizom su pepeljasta navlaka na klasu, visina u centimetrima, dužina osja, pepeljasta navlaka na listu zastavičaru, dužina vrha donje pljeve, varijetet i oblik ramena donje pljeve. – MCA metoda izdvojila je samo genotipove koji pripadaju CAPTP METD–11, rogosisja sa crvenim klasom i osjem iz Klezne i njima bliskih sedam genotiova u oviru CAPTP METD–43, rogosisja sa crvenim klasom i mrkim osjem iz Tuđemila, koji formiraju poseban klaster. MCA metodom došlo je i do izdvajanja CAPTP METD–5, rogosisja sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje. – Od proučavanih 389 genotipova, 27 je bilo identično za sve praćene osobine. Kod 24 para riječ je o podudarnosti genotipova koji pripadaju istoj CAPTP, dok je u samo tri slučaja došlo je do podudaranja svih mjerenih osobina između različitih CAPTP. – Analize genotipova na osnovu morfoloških osobina sa ciljem ocjene mogućih evolutivnih promjena ukazuju na veliku heterogenost populacije. Razlog tome mogu biti i drugačiji agroekološki uslovi u Banjoj Luci u poređenju sa onim koji vladaju u lokalitetima njihovog sakupljanja, kao i to što su u ovim istraživanjima praćene morfološke osobine koje su dominantno kvantitativne ili pseudokvalitativne. – Crnogorske genotipove karakteriše veći broj polimorfnih markera u odnosu na italijanske, što ukazuje na veću divergentnost populacije. – PCA analiza i filogenetsko stablo jasno su izdvojili italijanske genotipove od crnogorskih, što je potvrda da crnogorski genotipovi ne vode porijeklo od italijanskih sorti osim rogosisje sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića (METD–18/04) koja je identične sa lokalnom italijanskom populacijom Taganrog. – Dendrogram genotipova na osnovu molekularnih markera ukazuje na zajedničko porijeklo cjelokupne populacije, što je potvrđeno i analizom glavnih komponenti. – Eliminacijom duplikata na osnovu matrice udaljenosti izdvojena je sržna kolekcija koju čini 60 genotipova. – PCA i filogenetska analiza ukazuju na formiranje dva subklastera: jedan u centralnoj zoni (okolina rijeke Bojane i Skadarskog jezera) i drugi u priobalnoj zoni (crnogorsko primorje i Hercegovina) u kojima vladaju različiti klimatski uslovi. – Visoka genetska diferencija unutar subklastera, a manja između subklastera, ukazuje da je ovdje najvjerovatnije riječ o jednoj populaciji koja se vremenom diferencirala i prilagodila uslovima u Skadarskom basenu i Primorju. – Na osnovu SNP markera veći diverzitet utvrđen je u subpopulaciji Skadarskog basena, dok je u subpopulaciji Primorja izmjeren veći broj privatnih alela. Informacije o diverzitetu subpopulacija su izuzetno značajne za buduća molekularna ispitivanja, kao što su GWAS i MAS. – Procesiranje SNP markera metodom imputacije rezultiralo je sa konačnih 6.933 SNP markera koji su analizom u toplotnoj mapi i primjenom DAPC metoda potvrdili formiranje dva klastera genotipova tetraploidne pšenice: jednog iz centralog regiona (Podgorica i Danilovgrad) i drugog sastavljenog od genotipova porijeklom sa Primorja i iz Bosne i Hercegovine. – Rezultati grupisanja genotipova primjenom različitih metoda (dendrogram, PCA, PCoA, AMOVA, toplotna mapa i DAPC) potvrđuju da su SNP markeri vrlo efikasni u analizi strukture populacije. – Preliminarnom botaničkom klasifikacijom utvrđeno je da četiri CAPTP pripadaju vrsti *Triticum turgidum* ssp. durum, dok preostale populacije pripadaju vrsti *Triticum turgidum* ssp. *turgidum*. – Ispitivanjem javnog mjenja, potvrđena je negativna percepcija potrošača o GMO, pesticidima i intenzivnoj proizvodnji. – Većina ispitanika ističe ukus kao najbitniju karakteristiku proizvoda od lokalnih sorti i radije bi izdvojili veću sumu novca za proizvode od lokalnih sorti ili bi se bavili samostalnom proizvodnjom. Ovakva informacija je prilično ohrabrujuća jer ukazuje na nove mogućnosti za održivo korišćenje ovih resursa. Literatura

Aesomnuk, W., Ruengphayak, S., Ruanjaichon, V., Sreewongchai, T., Malumpong, C., Vanavichit, A., Toojinda, T., Wanchana, S., Arikiti, S. (2021): Estimation of the Genetic Diversity and Population Structure of Thailand's Rice Landraces Using SNP Markers. *Agronomy*, 11 (5): 995

8

Alemu, A., Feyissa, T., Letta, T., Abeyo, B. (2020): Genetic diversity and population structure analysis based on the high density SNP markers in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum). *BMC genetics*, 21 (1)

12

): 1–12. Allen, R. (

1999): Tracking the Agricultural Revolution in England. *The Economic History Review*, 52 (2): 209–235. Allen, R. (2016): The Nitrogen Hypothesis and the English Agricultural Revolution: A Biological Analysis

62

Cambridge University Press on Behalf of the Economic History Association

139

, 68 (1): 182–210.

Aktar-Uz-Zaman, M. D., Tuhina-Khatun, M. S. T., Hanafi, M. M., Sahebi, M. (2017): Genetic Analysis Of Rust Resistance Genes In Global Wheat Cultivars: an Overview. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31 (3): 431–445

50

Andersen, J. R., Lübberstedt, T. (2003). Functional markers in plants. *Trends in plant science*, 8 (11): 554–560

15

. Anđelković, V., Jovović, Z., Pržulj, N. (2020): Značaj genetičke varijabilnosti divljih srodnika u oplemenjivanju gajenih biljaka. U: Pržulj, N., Trkulja, V. (urednici) *Od genetike i spoljne sredine do hrane*. Akademija nauka i umjetnosti Republike

Asouti, E. (2013): Evolution, History and the Origin of Agriculture: Rethinking the Neolithic (Plant Economies of South–West Asia. *Levant*, 45 (2): 210–218

68

Azeez, M. A., Adubi, A. O., Durodola, F. A. (2018): Landraces and crop genetic improvement. In *Rediscovery of Landraces as a Resource for the Future. IntechOpen*

64

Babic, V., Nikolic, A., Andjelkovic, V., Kovacevic, D., Filipovic, M., Vasic, V., Mladenovic–Drinic, S. (2016): UPOV Morphological versus Molecular Markers for Maize Inbred Lines Variability Determination . Chilean *Journal of Agricultural Research*, 76 (4): 417–426 . Bálint, A

37

Kovács , F. G., Sutka, J. (2000): Origin and Taxonomy of Wheat in the Light of Recent Research. *Acta Agronomica Hungarica*, 48 (3): 301–313

76

Barker, G., Goucher, C . (2015): *A World with Agriculture . 12000 BCE–500 CE. The Cambridge World History* Volume 2. University of Cambridge

97

Byerlee, D., Traxler, G. (1995): National and international wheat improvement research in the post-green revolution period: Evolution and impacts. *American Journal of Agricultural Economics*, 77 (2): 268–278 . Bélanger, J., Pilling, D

56

2019): The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Bell, G

79

D. H. (1987): The History of Wheat Cultivation. Wheat Breeding. Springer , Dordrecht. 31– 49

121

Bernhardt, N. (2015): Taxonomic treatments of Triticeae and the wheat genus Triticum. Alien Introgression in Wheat

112

, 1–19. Botelho, A., Dinis, I., Lourenco Gomes, L. (2016):

Understanding Consumer Preferences for Traditional Varieties of Apples in Portugal

138

. Conference: ESADR 2016. Volume: Políticas Públicas para a Agricultura pós 2020. September 7–9. Coimbra, Portugal. Book of Proceedings.

Breiman, A., Graur, D. (1995): Wheat Evolution. Israel Journal of Plant Sciences, 43 (2): 85–98

111

Bowman, A., Rogan, E. (1999): Agriculture in Egypt: from Pharaonic to modern times

123

Browning, B. L., Zhou, Y., Browning, S. R. (2018): A One–Penny Imputed Genome from Next–Generation Reference Panels. The American Journal of Human Genetics, 103 (3): 338–348 . Cairns, M. A

55

Lackey, R. T. (1992): Biodiversity and Management of Natural Resources: The Issues. Fisheries, 17 (3): 6–10 101

Carrosio, G. (2005): Traditional Local Varieties between Traditions and Sustainable Agriculture. XXI Congress European Society for Rural Sociology . August 21–26. Keszthely 95

, Hungary. Book of Proceedings.

Casanas, F, Simó, J., Casals, J., Prohens, J. (2017): Toward an Evolved Concept of Landrace. Frontiers in Plant Science , 8: 1–7 87

Cavanagh, C. R., Chao, S., Wang, S., Huang, B. E., Stephen, S., Kiani, S., Forrest, K., Saintenac, C 17

., Brown Guedira, G. L., Akhunova, A., See, D., Bai, G., Pumphrey, M., Tomar, L., Wong, D., Kong, S., Reynolds, M., Da Silva, M. L., Bockelman, H., Talbert, L., Akhunov, E. (2013): Genome-wide comparative diversity uncovers multiple targets of selection for improvement in hexaploid wheat landraces and cultivars. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110 (20): 8057–8062.

Clarke, J. D. (2009): Cetyltrimethyl Ammonium Bromide (CTAB) DNA Miniprep for Plant DNA Isolation. Cold Spring Harb Protoc: Mar. 2009 (3): pdb.prot5177 90

Conto, F., Antonazzo, A. P., Conte, A., Cafarelli, B. (2016): Consumers Perception of Traditional Sustainable Food: An Exploratory Study on Pasta Made from Native Ancient Durum Wheat Varieties. Rivista di Economia Agraria 13

, 71 (1): 325–337.

Cooper, R. (2015): Re-Discovering Ancient Wheat Varieties as Functional Foods. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 5 (3): 138–143

88

Council Regulation (EC) No 870/2004 of 24 April 2004 establishing a Community programme on the conservation, characterisation, collection and utilisation of genetic resources in agriculture, and repealing Regulation (EC) No 1467/94

6

. Corinto, G. L. (

2014): Nikolai Vavilov's Centers of Origin of Cultivated Plants with a View to Conserving Agricultural Biodiversity. Human Evolution, 29 (4): 285–301

27

Crespel, L., Chirollet, M., Durel, C., Zhang, D., Meynet, J., Guin, S. (2002): Mapping of qualitative and quantitative phenotypic traits in Rosa using AFLP markers. Theoretical and Applied Genetics, 105 (8): 1207–1214

51

Crow, J. F. (2001): Plant Breeding Giants: Burbank, the Artist; Vavilov, the Scientist. Genetics, 158 (4): 1391–1395

29

Curtis, T., Halford, N. G. (2014): Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. Annals of applied biology, 164 (3): 354–372

16

Dal Martello ,R., **Rui** ,M., **Chris** ,S., **Charles** ,H., **Thomas** ,H., **Ling** ,Q.,
Dorian, Q . F. (**2018**): **Early**

133

Agriculture at the Crossroads of China and Southeast Asia: Archaeobotanical Evidence and Radiocarbon Dates from Baiyangcun. Yunnan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 20: 711–721.

Davies, W. P. (2003): An historical perspective from the Green Revolution to the gene revolution.
Nutrition Reviews, 61 (suppl_6). S124–S134 . Davis, G. P

74

DeNise, S. K. (1998): The impact of genetic markers on selection. Journal of Animal Science, 76
(9): 2331–2339

94

Diamond, J. (2003): Farmers and Their Languages: The First Expansions. Science, 300 (5619):
597– 603

115

Dreisigacker, S., Zhang, P., Warburton, M. L., Skovmand, B., Hoisington, D., Melchinger, A. E

10

. (2005): Genetic diversity among and within CIMMYT wheat landrace accessions investigated with SSRs and implications for plant genetic resources management. *Crop Science*, 45 (2): 653– 661.

**Dwivedi, S. L., Ceccarelli, S., Blair, M. W., Upadhyaya, H. D., Are, A. K., Ortiz, R. (2016): Landrace
germplasm for improving yield and abiotic stress adaptation. Trends in plant science**, 21 (1): 31– 42

17

Ebert, A. W., Engels, J. M . (2020): Plant Biodiversity and Genetic Resources Matter! Plants, 9 (12): 1706 109

Edwards, D., Forster, J. W., Chagné, D., Batley, J. (2007): What Are SNPs?. In Association mapping in plants. Springer, New York 80

, 41–52.

Eltaher, S., Sallam, A., Belamkar, V., Emara, H. A., Nower, A. A., Salem, K. F. M., Poland, J., Baenziger, P. S. (2018): Genetic Diversity and Population Structure of F3:6 Nebraska Winter Wheat Genotypes Using Genotyping–By–Sequencing. Frontiers in genetics, 9: 76 19

. Engels,

M. (2003): Plant Genetic Resources Management and Conservation Strategies: Problems and Progress. Acta Horticulturae, 623: 179–191 104

. Escribano, S., Almudena, L. (

2012): Sensorial Characteristics of Spanish Traditional Melon Genotypes: Has the Flavor of Melon Changed in the Last Century? European Food Research and Technology, 234 (4 66

): 581592. Evenson, R.,

Gollin, D. (2003): Assessing the Impact of the Green Revolution from 1960 to 2000. Science, 300 (5620): 758–762. FAO (2021): FAOSTAT statistical database . Rome: FAO. [http ://www.fao.org](http://www.fao.org) 71

/faostat/en/#home Feldman M., Ernest, R. S. (

1981): The Wild Gene Resources of Wheat. *Scientific American*, 244 (1): 102–112

122

Fiore, M. C., Mercati, F., Spina, A., Blangiforti, S., Venora, G., Dell' Acqua, M., Lupini, A. (2019): High-Throughput Genotype, Morphology and Quality Traits Evaluation for the Assessment of Genetic Diversity of Wheat Landraces from Sicily. *Plants*, 8

25

(5): 1–17.

Flannery, K. V. (1973): The Origins of Agriculture. *Annual Review of Anthropology*, 2 (1): 271–310

48

. Forrester, R. (2018): The Domestication of Plants and Animals—the History of Agriculture and Pastoralism. *Humanities Commons*, 1–8.

Fuller, D. Q., Stevens, C. J. (2019): Between domestication and civilization: the role of agriculture and arboriculture in the emergence of the first urban societies. *Vegetation history and archaeobotany*, 28 (3): 263–282

44

Ganal, M. W., Röder, M. S. (2007). Microsatellite and SNP markers in wheat breeding. In *Genomics– assisted crop improvement*. Springer, Dordrecht

9

, 1–24.

Gepts, P. (2006): Plant Genetic Resources Conservation and Utilization: The Accomplishments and Future of a Societal Insurance Policy. *Crop Science*, 46 (5): 2278–2292

69

Gignoux, C. R., Henn, B., Mountain, J. L. (2011): Rapid Global Demographic Expansions after the Origins of Agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108 (15): 6044–6049

42

Giraldo, P., Benavente, E., Manzano Agugliaro, F., Gimenez, E. (2019): Worldwide Research Trends on Wheat and Barley: A Bibliometric Comparative Analysis. *Agronomy*, 9 (7): 352

3

Goncharov, N. P. (2005): Comparative–Genetic Analysis; a Base for Wheat Taxonomy Revision. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 41 (Special Issue): 52–55. Goncharov, N. P

67

2011): Genus *Triticum* L. Taxonomy: The Present and the Future. *Plant Systematics and Evolution*, 295 (1): 1–11

99

Goodale, N., Otis, H., Andrefsky Jr, W., Kuijt, I., Finlayson, B., Bart, K. (2010): Sickle blade life–history and the transition to agriculture: an early Neolithic case study from Southwest Asia. *Journal of Archaeological Science*, 37 (6): 1192–1201

23

Gupta, A. K. (2004): Origin of agriculture and domestication of plants and animals linked to early Holocene climate amelioration. *Current science*

81

Hammer, K., Knüpffer, H. (2015): Genetic Resources of Triticum. In: Ogihara Y. Takumi S. Handa H. (eds) Advances in Wheat Genetics: From Genome to Field. Proceedings of the 12th International Wheat Genetics Symposium . Springer. Tokyo

45

. 23–33.

Hasan, M., Abdullah, H. (2015): Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge: Emerging Needs for Conservation in Plant genetic resources and traditional knowledge for food security. Springer, Singapore

2

. 105–120.

Hedden, P. (2003): The genes of the Green Revolution. Trends in Genetics, 19 (1): 5–9.
Heun, M., Schäfer Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B., Salamini, F. (1997): Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. Science, 278

36

(5341): 1312–14.

Higgs, E. S. (1976): The History of European Agriculture – the Uplands. Philosophical Transactions of the Royal Society of London . B. Biological Sciences, 275 (936

86

): 159–73.

Hillman, G. C., Mason, S., de Moulins, D., Nesbitt, M. (1996): Identification of archaeological remains of wheat: the 1992 London workshop. Circaea, 12 (2): 195–209. Hillman, G

59

.(

2001): Archaeology, Percival, and the problems of identifying wheat remains. Wheat taxonomy: the legacy of John Percival

105

, 27–36.

Huang, L., Raats, D., Sela, H., Klymiuk, V., Lidzbarsky, G., Feng, L., Fahima, T. (2016). Evolution and adaptation of wild emmer wheat populations to biotic and abiotic stresses. *Annual review of phytopathology*, 54, 279–301

40

Hurt, R. D. (2002). *American agriculture: A brief history*. Purdue University Press

14

Janick, J. (2002): Ancient Egyptian Agriculture and the Origins of Horticulture. *Acta Horticulturae*, 582: 23–39

110

. Jaradat,

A. (2013): *Wheat Landraces: A Mini Review*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25 (1): 20–29

22

Jevšnik, M., Hlebec, V., Raspor, P. (2008): Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food control*, 19 (8): 737–745 . Jones, M

24

. K.,

Liu, X. (2009): Origins of Agriculture in East Asia. *Science*, 324 (5928): 730–31

119

Jones, H., Norris, C., Smith, D., Cockram, J., Lee, D., O'Sullivan, D. M., Mackay, I. (2013): Evaluation of the use of high-density SNP genotyping to implement UPOV Model 2 for DUS testing in barley. *Theoretical and applied genetics*, 126 (4): 901–911

33

. Jordanovska, S., Jovovic, Z., Andjelokovic, V.(2020):

Potential of Wild Species in the Scenario of Climate Change

30

In Salgotra, R .K. and Zargar, S .M. (Eds): Rediscovery of Genetic and Genomic Resources for Future Food Security. Springer

100

, 263–301.

Jovović, Z., Čizmović, M., Lazović, B., Maraš, V., Božović, Đ., Popović, T., Stešević, D., Velimirović, A. (2012): The state of agricultural plant genetic resources of Montenegro. Agriculture and forestry, 57 (1): 33–50

31

Jovović, Z., Stešević, D., Meglic, V., Dolničar, P. (2013): Stare sorte krompira u Crnoj Gori. Monografija. Univerzitet Crne Gore. Biotehnički fakultet Podgorica

31

Jovović, Z., Kratovalieva, S. (2016): Global Strategies for Sustainable Use of Agricultural Genetic and Indigenous Traditional Knowledge. In Salgotra, R.K. and Gupta, B.B. (Eds): Plant Genetic Resources and Traditional Knowledge for Food Security. Springer , p. 39–72. Jovović, Z ., Mandić, D ., Pržulj, N., Velimirović, A

30

., Dolijanović, Ž. (2017): Genetički resursi pšenice (Triticum sp.).

XXII Savetovanje o biotehnologiji. Zbornik radova. Knjiga 1 Jovović, Z ., Pržulj, N., Anđelković, V

4

., Mandić, D. (2020a): The Importance of preserving biodiversity for sustainable utilization of plant genetic resources. In: Pržulj N, Trkulja V (eds) From genetics and environment to food. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph, 16: 35–90.z

Jovovic, Z ., Andjelokovic, V., Przulj, N., Mandic, D . (2020b): Untapped Genetic Diversity of Wild Relatives for Crop Improvement. In Salgotra, R .K. and Zargar, S .M. (Eds): Rediscovery of Genetic and Genomic Resources for Future Food Security, Springer 43

, 25–65. Jovović, Z. (2021): Ratarske kulture. U monografiji Genetički resursi u biljnoj proizvodnji Crne Gore autora Lazović, B., Marković, M., Jovović, Z., Božović, Đ. itd., Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, 303–371.

Kabbaj, H., Sall, A. T., Al-Abdallat, A., Geleta, M., Amri, A., Filali-Maltouf, A., Bassi, F. M. (2017): Genetic diversity within a global panel of durum wheat (*Triticum durum*) landraces and modern germplasm reveals the history of alleles exchange. *Frontiers in plant science*, 8. 1277 22

Khlestkina, E., Salina, E. (2006): SNP markers: Methods of analysis. ways of development. and comparison on an example of common wheat. *Russian Journal of Genetics*, 42 (6): 585–594 57

Khush, G. S. (1999). Green revolution: preparing for the 21st century. *Genome*, 42 (4): 646–655. Khush, G. S. (2001): Green revolution: the way forward. *Nature reviews* 75

genetics, 2 (10): 815–822.

Kimber, G. V., Sears, E. R. (1987): Evolution in the genus *Triticum* and the origin of cultivated wheat. *Wheat and wheat improvement*, 13, 154–164 26

Koster, E. P., Mojet, J. (2015): From mood to food and from food to mood: A psychological perspective on the measurement of food-related emotions in consumer research. *Food research* 41

international, 76: 180–191 . Kremer, M

.(

1993): Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. The Quarterly Journal of Economics, 108 (3): 681–716

89

Kumar, S., Banks, T. W., Cloutier S. (2012): SNP Discovery through Next–Generation Sequencing and Its Applications. International Journal of Plant Genomics . Ladizinsky, G

78

.(

1998): Plant Evolution under Domestication. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers . Larson, G., Ranran, L ., Zhao, X., Yuan, J

126

., Fuller, D., Barton, L., Dobney, K. (2010): Patterns of East Asian Pig Domestication. Migration and Turnover Revealed by Modern and Ancient DNA. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107 (17): 7686–91. Lazović, B., Jovović, Z., Marković, M. (2021): Budućnost genetičkih resursa u biljnoj proizvodnji. U monografiji Genetički resursi u biljnoj proizvodnji Crne Gore autora Lazović, B., Marković, M., Jovović, Z., Božović, Đ. itd., Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, 401–436. Lev–Yadun, S., Avi, G., Shahal, A. (

2000): The Cradle of Agriculture. Science, 288 (5471): 1602– 1603 . Limbalkar, O. M

135

., KV, S. M.,

Sunilkumar, V. P. (2018). Genetic improvement of wheat for biotic and abiotic stress tolerance. Int J Curr Microbiol App Sci, 7 (12): 1962

73

–71.

Llewellyn, D. (2018): Does Global Agriculture Need Another Green Revolution? Engineering, 4 (4): 449–451 113

. Loeffler, H. G., Enamorado, A. (2015): Introductory Guide to Ancient Civilizations.

**City University of New York (CUNY) Academic Works. Open Educational Resources
Queensborough Community College** 117

Lombardi, M., Materne, M., Cogan, N.O.I. (2014): Assessment of genetic variation within a global collection of lentil (Lens culinaris Medik.) cultivars and landraces using SNP markers. BMC genetics, 15 (1) 58

): 1–10.

Lupton, F. G. H. (1987): History of wheat breeding. In Wheat breeding. Springer, Dordrecht, 51–70 118

Mac Key, J. (2005): Wheat: its concept, evolution, and taxonomy. U: Durum wheat breeding. 35–94. CRC Press 120

Mammadov, J., Aggarwal, R., Buyyarapu, R., Kumpatla, S. (2012): SNP markers and their impact on plant breeding. International journal of plant genomics. Mangini, G 77

Margiotta, B., Marcotuli, I., Signorile, M. A., Gadaleta, A., Blanco, A. (2017): Genetic 127

Diversity and Phenetic Analysis in Wheat (*Triticum Turgidum* Subsp. *Durum* and *Triticum Aestivum* Subsp. *Aestivum*) Landraces Based on SNP Markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64 (6): 1269–1280.

Manivannan, A., Kim, J. H., Yang, E. Y., Ahn, Y. K., Lee, E. S., Choi, S

108

., Kim, D. S. (2018): Next- Generation Sequencing Approaches in Genome-Wide Discovery of Single Nucleotide Polymorphism Markers Associated with Pungency and Disease Resistance in Pepper. *BioMed Research International*. Volume 2018.

Marcussen, T., Sandve, S. R., Heier, L., Spannagl, M., Pfeifer, M., International Wheat Genome Sequencing Consortium., Jakobsen, K. S., Wulff, B. B., Steuernagel, B., Mayer, K. F., Olsen, O. A. (2014): Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. *Science*, 345 (6194

18

).

Mark, J. J. (2017): Ancient Egyptian Agriculture. *World History Encyclopedia* . Preuzeto sa <https://www.worldhistory.org/article/997/ancient-egyptian-agriculture>

96

/ 30. juna 2021. McElroy, J. (

2014): Vavilovian Mimicry: Nikolai Vavilov and His Little-Known Impact on Weed Science. *Weed Science*, 62 (2): 207–216

28

McIntosh, R. A., Yamazaki, Y ., Dubkovsky, J., Rogers, J., Morris, C ., Somers, D. J., Appels, R., Devos, K. M. (2008): Catalogue of gene symbols for wheat . In: *Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium. Australia*

47

. Book of Proceedings.

Meirmans, P. G. (2012): AMOVA-Based Clustering of Population Genetic Data. *Journal of Heredity*, 103 (5): 744–750

98

Mengistu, D. K., Kiros, A. Y., Pè, M. E. (2015): Phenotypic diversity in Ethiopian Durum Wheat (*Triticum turgidum* var. durum) landraces. *The Crop Journal*, 3 (3): 190–199

7

. Mirzaghaderi, G., Mason, A. S. (

2019): Broadening the Bread Wheat D Genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 132 (5): 1295–1307

114

Mladenović Drinić, S., Savić Ivanov, M. (2017): Plant genetic resources for food and agriculture management and utilization. *Selekcija i semenaštvo*

93

, 23 (2): 91–102.

Mondal, S., Rutkoski, J. E., Velu, G., Singh, P. K., Crespo Herrera, L. A., Guzman, C., Bhavani, S

17

., Lan, C., He, X., Singh, R. P. (2016): Harnessing Diversity in Wheat to Enhance Grain Yield. *Climate Resilience. Disease and Insect Pest Resistance and Nutrition through Conventional and Modern Breeding Approaches. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1–15. Monstat (2020): Statistički Godišnjak.*

Mourad, A., Alomari, D., Alqudah, A., Sallam, A., Salem, K . (2019): Recent Advances in Wheat (*Triticum* spp.) Breeding. *Advances in plant breeding strategies: cereals*, 559–593

65

Oates, J., McMahon, A., Karsgaard, P., Al Quntar, S., Ur, J. (2007): Early Mesopotamian urbanism: a new view from the north. *antiquity*, 81 (313): 585–600 . Ouaja, M

60

Bahri, B. A., Aouini, L . (2021): Morphological characterization and genetic diversity analysis of Tunisian durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) accessions. BMC Genomic Data, 22 72

(1): 1–17.

Pagnotta, M. A., Mondini, L., Atallah, M. F. (2005): Morphological and molecular characterization of Italian emmer wheat accessions. Euphytica, 146 (1 18

): 29–37. Pavićević, Lj. (1963a):

Prilog poznavanju *Triticum aestivum* u bazenu Skadarskog jezera. Agronomski glasnik . Zagreb. Br. 6–7. 445–455. Pavićević, Lj 4

. (1963b): Prilog poznavanju *Triticum monococcum* u našoj zemlji. Naša poljoprivreda i šumarstvo. Titograd. Br. 4. Pavićević, Lj. (1967): Nazivi pšenice. Poljoprivreda i šumarstvo. Titograd. Br 1–2. Pavićević, Lj. (1970a): Kultura tetraploidnih pšenica u južnom jadranskom pojasu Jugoslavije. Poljoprivreda i šumarstvo. Titograd. XVI 3. Pavićević, Lj. (1970b): Neka proučavanja koja se odnose na *Triticum turgidum* L. Poljoprivreda i šumarstvo. Titograd. XVI 4. Pavićević, Lj. (1971): O filogenezi i evoluciji *Tr. Monococcum* L. Poseban otisak iz časopisa „Poljoprivreda i šumarstvo“. Titograd. XVII. 4. 1971. Pavićević, Lj. (1972): Golozrne tetraploidne pšenice u Crnoj Gori i Hercegovini. Matica Srpska 43/1972 Pavićević, Lj. (1973): Evolucija klasifikacije roda *Triticum*. Poljoprivreda i šumarstvo. Titograd. XIX. 1. Pavićević, Lj. (1974): O nastanku, domestifikaciji i dolasku u našu zemlju nekih vrsta roda *Triticum*. Društvo za nauku i umjetnost Crne Gore. Odjeljenje prirodnih nauka. Titograd. Knjiga 1. Pavićević, Lj. (1975): O dolasku golozrnih tetraploidnih pšenica u našu zemlju. Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti. Poseban otisak iz knjige Zagreb. 371. 5–14. Pavićević, Lj. (1982): Neke pozitivne osobine domaćih odlika diploidnih i tetraploidnih pšenica. Genetika. Vol. 14. No. 1. Beograd. br str. 1–11. Pavićević, Lj. (1988): O proučavanjima samoniklih srodnika roda *Triticum* L. u litoralnoj zoni. Poljoprivreda i šumarstvo. XXXIV. 4. 3–16. Peleg, Z., Tzion, F., Korol, A. B., Abbo, S., Saranga, Y. (2011): Genetic Analysis of Wheat Domestication and Evolution under Domestication. *Journal of Experimental Botany*, 62 (14): 5051–5061. Peleman, J. D., Van der Voort, J. R. (2003): Breeding by design. *Trends in plant science*, 8 (7): 330– 334. Peng, J. H., Dongfa, S., Eviatar, N. (2011): Domestication Evolution. *Genetics and Genomics in Wheat. Molecular Breeding*, 28 (3): 281–301. Pilling, D., Bélanger, J., Hoffmann, I. (2020): Declining Biodiversity for Food and Agriculture Needs Urgent Global Action. *Nature Food*, 1 (3): 144–147. Pingali, P. L. (2012): Green Revolution: Impacts. Limits. Andthe Path Ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (31): 12302–12308. Poets, A. M., Fang, Z., Clegg, M. T., Morrell, P. L. (2015): Barley landraces are characterized by geographically heterogeneous genomic origins. *Genome biology*, 16 (1): 1–11. Popova, E. (2018): Special Issue on Agricultural Genebanks. *Biopreservation and Biobanking*, 16 (5): 325–26. Pourkheirandish, M., Fei, D., Shun, S., Hiroyuki, K., Distelfeld, A., Willcox, G., Kawahara, T., Matsumoto, T., Kilian, B., Komatsuda, T. (2018): On the Origin of the Non–Brittle Rachis Trait of Domesticated Einkorn Wheat. *Frontiers*

in *Plant Science*, 8: 1–10. Pretty, J. N. (1990): Sustainable agriculture in the Middle Ages: the English manor. *The Agricultural History Review*, 1–19. Prodanović, S., Šurlan Momirović, G., Rakonjac, V., Petrović, D. (2015): Genetički resursi biljaka. Poljoprivredni univerzitet u Beogradu. Udžbenik. Prodanović, S., Šurlan Momirović, G., Zorić, D., Savić, M. (2017): Biološki i molekularni markeri u oplemenjivanju. Poljoprivredni univerzitet u Beogradu. Udžbenik. Pržulj, N., Perović, D. (2005a): Molekularni markeri I. Polomorfizam dužine restrikcionih fragmenata. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova*, 41: 275–297. Pržulj, N., Perović, D. (2005b): Molekularni markeri. II. Mikrosateliti. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova*, 41: 299–312. Pržulj, N., Jovović, Z., Velimirović, A. (2020): Breeding small grain cereals for drought tolerance in a changing climate. *Agriculture and Forestry*, 66 (2): 109–123. Ramanatha, R. V., Hodgkin, T. (2002): Genetic Diversity and Conservation and Utilization of Plant Genetic Resources. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 68 (1): 1–19. Reeves, T. G., Cassaday, K. (2002): History and past achievements of plant breeding. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53 (8): 851–863. Rufo, R., Alvaro, F., Royo, C., Soriano, J. M. (2019): From landraces to improved cultivars: assessment of genetic diversity and population structure of Mediterranean wheat using SNP markers. *PloS one*, 14 (7): e0219867. Ruiz, M., Zambrana, E., Fite, R., Sole, A., Tenorio, J. S., Benavente, E. (2019): Yield and Quality Performance of Traditional and Improved Bread and Durum Wheat Varieties under Two Conservation Tillage Systems. *Sustainability*, 11 (17): 4522. Sahu, P. K., Mondal, S., Sharma, D., Vishwakarma, G., Kumar, V., Das, B. K. (2017): InDel marker based genetic differentiation and genetic diversity in traditional rice (*Oryza sativa* L.) landraces of Chhattisgarh, India. *PloS one*, 12 (11). e0188864. Salvi, S., Porfiri, O., Ceccarelli, S. (2013): Nazareno Strampelli, the ‘Prophet’ of the green revolution. *The Journal of Agricultural Science*, 151 (1): 1–5. Santana–Sagredo, F., Schulting, R. J., Méndez–Quiros, P., Vidal–Elgueta, A., Uribe, M., Loyola, R., Maturana–Fernández, A., Díaz, F.P., Latorre, C., McRostie, V.B. and Santoro, C.M., Mandakovic V., Harrod C., Lee–Thorp J. (2021): ‘White gold’ guano fertilizer drove agricultural intensification in the Atacama Desert from AD 1000. *Nature Plants*, 7 (2): 152–158. Shewry, P. R. (2009): Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60 (6): 1537–53. Selene, C. H., Chou, J., De Rosa, C. T. (2003): Case studies–arsenic. *International journal of hygiene and environmental health*, 206 (4–5): 381–386. Sills, S. J., Chunyan, S. (2002): Innovations in Survey Research: An Application of Web–Based Surveys. *Social Science Computer Review*, 20 (1): 22–30. Simons, K. J., Fellers, J. P., Trick, H. N., Zhang, Z., Tai, Y. S., Gill, B. S., Faris, J. D. (2006): Molecular Characterization of the Major Wheat Domestication Gene Q. *Genetics*, 172 (1): 547–555. Singh, N., Wu, S., Raupp, W. J., Sehgal, S., Arora, S., Tiwari, V., Vikram, P., Singh, S., Chhuneja, P., Gill, B. S., Poland, J. (2019): Efficient curation of genebanks using next generation sequencing reveals substantial duplication of germplasm accessions. *Scientific reports*, 9 (1): 1–10. Smith, B. D. (2005): The origins of agriculture in the Americas. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 3 (5): 174–184. Snape, J. W., Pánková, K. (2013): *Triticum Aestivum* L (Wheat). *ELS*. 1–5. Spooner, D. van Treuren, R., De Vicente, M. C. (2005): Molecular markers for genebank management. *International Plant Genetic Resources Institute. Rome. Italy. IPGRI Technical Bulletin No. 10*. Sun, L., Huang, S., Sun, G., Zhang, Y., Hu, X. (2020): SNP–based association study of kernel architecture in a worldwide collection of durum wheat germplasm. *PloS one*, 15 (2): e0229159. Sunnucks, P. (2000). Efficient genetic markers for population biology. *Trends in ecology & evolution*, 15(5), 199–203. Swaminathan, M. S. (2009): Norman E. Borlaug (1914–2009). *Nature*, 461 (7266): 894–894. Tadesse, W., Sanchez–Garcia, M., Assefa, G. A. (2019): Genetic Gains in Wheat Breeding and Its Role in Feeding the World. *Crop Breeding. Genetics and Genomics*, 1–28. Takač, V., Mikić, S., Miroslavljević, M., Momčilović, V., Trkulja, D., Kondić Spika, A., Brbaklić, Lj. (2019): Characterisation of Serbian durum wheat genotypes based on UPOV–defined characteristics. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 56: 97–102. Tidiane Sall, A., Chiari, T., Legesse, W., Seid–Ahmed, K., Ortiz, R., Van Ginkel, M., Bassi, F. M. (2019): Durum wheat (*Triticum durum* Desf.): Origin, cultivation and potential expansion in Sub–Saharan

Africa. *Agronomy*, 9 (5): 263. Tomar, V., Dhillon, G. S., Singh, D., Singh, R. P., Poland, J., Joshi, A. K., Kumar, U. (2021): Elucidating SNP-based genetic diversity and population structure of advanced breeding lines of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *PeerJ*, 9, e11593. UPOV 2012. DURUM WHEAT UPOV Code: TRITI_TUR_DUR *Triticum turgidum* L. subsp. durum (Desf.) Husn. Valdez, V. A., Byrne, P. F., Lapitan, N., Peairs, F., Bernardo, A., Bai, G., Haley, S. D. (2012): Inheritance and Genetic Mapping of Russian Wheat Aphid Resistance in Iranian Wheat Landrace Accession PI 626580. *Crop Science*, 52 (2): 676–682. Velimirovic, A., Jovovic, Z., Przulj, N. (2021): From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*, 53 (1): 407–417. Visioli, G., Giannelli, G., Agrimonti, C., Spina, A., Pasini, G. (2021): Traceability of Sicilian Durum Wheat Landraces and Historical Varieties by High Molecular Weight Glutenins Footprint. *Agronomy*, 11 (1): 143. Wang, S., Wong, D., Forrest, K., Allen, A., Chao, S., Huang, B. E., Akhunov, E. (2014): Characterization of polyploid wheat genomic diversity using a high-density 90 000 single nucleotide polymorphism array. *Plant biotechnology journal*, 12 (6): 787–796. Webster, D. L. (2011): Backward bottlenecks: Ancient teosinte/maize selection. *Current Anthropology*, 52 (1): 77–104. Westling, M., Matti, W., Nilsen, L. A., Wennström, S., Öström, A. (2019): Crop and Livestock Diversity Cultivating Gastronomic Potential, Illustrated by Sensory Profiles of Landraces. *Journal of Food Science*, 84 (5): 1162–1169. Wunderlich, S.2, Gatto, K. A. (2015): Consumer Perception of Genetically Modified Organisms and Sources of Information, *Advances in Nutrition*, 6 (6): 842–851. Xiao, D., Huizi, B., De Li, L. (2018): Impact of Future Climate Change on Wheat Production: A Simulated Case for China's Wheat System. *Sustainability*, 10 (4): 1–15. Xie, W., Nevo, E. (2008): Wild Emmer: Genetic Resources. Gene Mapping and Potential for Wheat Improvement. *Euphytica*, 164 (3): 603–614. Xynias, I. N., Mylonas, I., Korpetis, E. G., Ninou, E., Tsaballa, A., Avdikos, I. D., Mavromatis, A. G. (2020): Durum wheat breeding in the Mediterranean region: Current status and future prospects. *Agronomy*, 10 (3): 432. Yang, Y., De Li, L., Anwar, M. Y., Zuo, H., Yang, Y. (2014): Impact of Future Climate Change on Wheat Production in Relation to Plant-Available Water Capacity in a Semiarid environment. *Theoretical and Applied Climatology*, 115 (3–4): 391–410. Yen C., Yang J., Yuan Z., Ning S., Liu D. (2020) *Reihe System of Genus Triticum*. U: *Biosystematics of Triticeae*. Springer, Singapore. Zahid, H. J., Robinson, E., Kelly, R. L. (2016): Agriculture, population growth, and statistical analysis of the radiocarbon record. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (4): 931–935. Zeder, M. A. (2008): Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 105 (33): 11597–11604. Zeven, A. C. (1998): Landraces: a review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104 (2): 127–139. Zohary, D. (2017): The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the Old World. In *The domestication and exploitation of plants and animals* (pp. 47–66). Routledge. Prilog 1 Tab. 1. Crnogorske autohtone populacije tetraploidne pšenice R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 1. 2. 3. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°21'7.47"N 19°22'18.57"E Spinja METD–1/01 METD–1/02 METD–1/03 x x x x x 4. 5. 6. 7. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 2°20'44.13"N 19°20'11.29"E Vuksanlekići METD–2/01 METD–2/02 METD–2/03 METD–2/04 x x x x x 8. 9. 10. 11. 12. 13. 1 Rogosija sa bijelim osjem 42°21'6.33"N 19°22'21.48"E Spinja METD–3/01 METD–3/02 METD–3/03 METD–3/04 METD–3/05 METD–3/06 x x x x x 14. 15. 16. 17. 18. 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42° 0'39.64"N 19°21'40.76"E Sukobin METD–4/01 METD–4/02 METD–4/03 METD–4/04 METD–4/05 x x x x x 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°21'3.48"N 19°22'28.76"E Spinja METD–5/01 METD–5/02 METD–5/03 METD–5/04 METD–5/05 METD–5/06 METD–5/07 METD–5/08 x x x x x 27. 28. 29. 30. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°20'4.00"N 19°13'37.57"E Golubovci METD–6/01 METD–6/02 METD–6/03 METD–6/04 x x x x x 31. 32. 33. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°17'39.70"N 19°11'2.46"E Zeta METD–7/01 METD–7/02 METD–7/03 x x x x x G – oznaka grupe kako je naznačeno u originalnoj kolekciji; GŠ – geografska širina; GD – geografska dužina; O – oznaka

crnogorske autohtone populacije tetraploidne pšenice (prvi broj u nazivu označava broj crnogorske autohtone populacije tetraploidne pšenice, dok broj nakon kose crte je oznaka za genotip nakon morfološke karakterizacije); CBBG – sačuvane crnogorske autohtone populacije tetraploidne pšenice iz Crnogorske banke biljnih gena; DG – CAPTP regenerisane u Danilovgradu 2018/2019; PG – CAPTP koje su botanički klasifikovane u Sveruskim istraživačkim institutom za biljnu proizvodnju N. I. Vavilov, Sankt Peterburg, Rusija; BL – uzorci morfološki analizirani u Banjoj Luci 2020; oznaka "x" označava genotipove koji su korišćeni u sprovedenim analizama R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 34. 1 Rogosija sa bijelim osjem 42°21'6.33"N 19°22'21.48"E Spinja METD–8/01 x x x x x 35. 36. 37. 38. 39. 40. 1 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°21'2.05"N 19°22'15.32"E Spinja METD–9/01 METD–9/02 METD–9/03 METD–9/04 METD–9/05 METD–9/06 x x x x x 41. 42. 43. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°25'46.99"N 19° 6'7.75"E Buronji METD–10/01 METD–10/02 METD–10/03 x x x x x 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 1 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 41°59'13.59"N 19°16'51.07"E Klezna METD–11/01 METD–11/02 METD–11/03 METD–11/04 METD–11/05 METD–11/06 METD–11/07

xxxxxxx 51. 52. 53. 1

131

Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°13'54.55"N 19° 2'55.50"E Sotonići METD–12/01 METD–12/02 METD–12/03 x x x x x 54. 55. 56. 57. 58. 59. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°24'0.61"N 19°12'0.10"E Kokoti METD–13/01 METD–13/02 METD–13/03 METD–13/04 METD–13/05 METD–13/06 x x x x x 60. 61. 62. 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°29'24.06"N 19°23'45.99"E Ubli METD–14/01 METD–14/02 METD–14/03 x x x x x 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 1 Grbljanka sa crvenim klasom i osjem 42°0'5.58"N 19°11'45.26"E Mrkojevići METD–15/01 METD–15/02 METD–15/03 METD–15/04 METD–15/05 METD–15/06 METD–15/07 METD–15/08 METD–15/09 METD–15/10 METD–15/11 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 74. 75. 76. 77. 78. 79. 2 Rogosija sa žutim klasom i mrkim osjem 42°11'11.72"N 19°10'23.71"E Karanikići METD–16/01 METD–16/02 METD–16/03 METD–16/04 METD–16/05 METD–16/06 x x x x x 80. 81. 82. 83. 2 Grbljanka sa crvenim klasom i osjem 42° 1'18.53"N 19°13'17.77"E Kamenički most METD–17/01 METD–17/02 METD–17/03 METD–17/04 x x x x x 84. 85. 86. 87. 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°18'21.07"N 18°53'45.21"E Brajići METD–18/01 METD–18/02 METD–18/03 METD–18/04 x x x x x 88. 89. 90. 2 Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem 42°12'48.06"N 19° 7'58.26"E Gornja Seoca METD–19/01 METD–19/02 METD–19/03 x x x x x 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42° 6'10.66"N 19°14'39.28"E Tejani METD–20/01 METD–20/02 METD–20/03 METD–20/04 METD–20/05 METD–20/06 METD–20/07 METD–20/08 METD–20/09 x x x x x 100. 101. 102. 103. 104. 2 Rogosija sa smeđim osjem 42°19'52.62"N 19°20'22.26"E Vuksanlekići METD–21/01 METD–21/02 METD–21/03 METD–21/04 METD–21/05 x x x x x 105. 2 Rogosija sa žutim osjem 42°20'8.96"N 19°19'48.75"E Vuksanlekići METD–22/01 x x x x x 106. 107. 108. 2 Rogosija iz Šestana– Krajina 42°11'2.97"N 19°11'4.89"E Šestani METD–23/01 METD–23/02 METD–23/03 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 2 Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem 42°10'57.80"N 19°10'25.81"E Karanikići METD–24/01 METD–24/02 METD–24/03 METD–24/04 METD–24/05 METD–24/06 METD–24/07 METD–24/08 x x x x x 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°35'55.53"N 19° 0'10.65"E Čurčići METD–25/01 METD–25/02 METD–25/03 METD–25/04 METD–25/05 METD–25/06 METD–25/07 METD–25/08 METD–25/09

126. 127. 128. 129. 130. 131. 2 Grbljanka sa crvenim klasom i osjem 42° 1'23.47"N 19°13'13.52"E Kamenički most
METD-26/01 METD-26/02 METD-26/03 METD-26/04 METD-26/05 METD-26/06 x x x x x 132. 133. 2 Rogosija sa
žutim klasom i osjem 42°18'23.81"N 19° 3'6.51"E Čukovići METD-27/01 METD-27/02 x x x x x 134. 135. 136. 137. 138.
139. 140. 141. 2 Rogosija sa smeđim osjem i bijelim klasom 42°32'3.43"N 19°10'59.29"E Martinići METD-28/01 METD-
28/02 METD-28/03 METD-28/04 METD-28/05 METD-28/06 METD-28/07 METD-28/08 x x x x x 142. 2 Rogosija sa
bijelim klasom i osjem 42°20'17.72"N 19°13'1.20"E Golubovci METD-29/01 x x x x x 143. 144. 145. 146. 147. 148. 2
Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°19'4.50"N 19°14'40.30"E Zeta METD-30/01 METD-30/02 METD-30/03
METD-30/04 METD-30/05 METD-30/06 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL
GMol 149. 150. 151. 152. 153. 154. 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°11'5.49"N 19°11'9.20"E Šestani
METD-31/01 METD-31/02 METD-31/03 METD-31/04 METD-31/05 METD-31/06 x x x x x 155. 156. 157. 158. 159. 2
Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42° 7'48.61"N 19°13'1.63"E Livari METD-32/01 METD-32/02 METD-32/03
METD-32/04 METD-32/05 x x x x x 160. 161. 162. 163. 164. 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42° 6'24.70"N
19°14'20.32"E Tejani METD-33/01 METD-33/02 METD-33/03 METD-33/04 METD-33/05 x x x x x 165. 166. 167. 168.
169. 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°16'57.79"N 18°52'11.62"E Bečići METD-34/01 METD-34/02 METD-34/03
METD-34/04 METD-34/05 x x x x x 170. 171. 172. 173. 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim ili bijelim osjem
42°29'28.79"N 19°23'50.70"E Ubli METD-35/01 METD-35/02 METD-35/03 METD-35/04 x x x x x 174. 175. 2 Rogosija
sa bijelim klasom i osjem 42°24'9.24"N 19°11'48.66"E Kokoti METD-36/01 METD-36/02 x x x x x 176. 177. 178. 179.
180. 181. 182. 183. 3 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°2'22.61"N 19°17'14.27"E Bojke METD-37/01 METD-
37/02 METD-37/03 METD-37/04 METD-37/05 METD-37/06 METD-37/07 METD-37/08 x x x x x 184. 185. 186. 187.
188. 189. 3 Rogosija sa smeđim klasom i mrkim osjem 42°2'15.35"N 19° 9'15.55"E Dobra Voda METD-38/01 METD-
38/02 METD-38/03 METD-38/04 METD-38/05 METD-38/06 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O
CBBG DG PG BL GMol 190. 191. 192. 193. 3 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42° 2'16.16"N 19°17'1.06"E Bojke
METD-39/01 METD-39/02 METD-39/03 METD-39/04 x x x x x 194. 195. 196. 197. 3 Rogosija sa crvenkastim klasom
42° 0'50.49"N 19°15'30.67"E Krute METD-40/01 METD-40/02 METD-40/03 METD-40/04 x x x x x 198. 199. 200. 201.
3 Rogosija sa smeđim osjem 42° 2'16.30"N 19°15'37.99"E Mide METD-41/01 METD-41/02 METD-41/03 METD-41/04
x x x x x 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 3 Rogosija sa žutim klasom i mrkim osjem 42° 6'9.36"N 19°
5'44.86"E Bar METD-42/01 METD-42/02 METD-42/03 METD-42/04 METD-42/05 METD-42/06 METD-42/07
METD-42/08 METD-42/09 METD-42/10 x x x x x 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 3 Rogosija sa crvenim
klasom i mrkim osjem 42° 8'3.40"N 19° 8'35.44"E Tuđemili METD-43/01 METD-43/02 METD-43/03 METD-43/04
METD-43/05 METD-43/06 METD-43/07 METD-43/08 x x x x x 220. 221. 222. 223. 224. 225. 3 Rogosija sa crvenim
klasom i osjem 42° 1'43.69"N 19°10'23.88"E Pečurice METD-44/01 METD-44/02 METD-44/03 METD-44/04 METD-
44/05 METD-44/06 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 226. 227. 228. 229.
230. 231. 3 Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem 42° 0'58.46"N 19°15'10.04"E Krute METD-45/01 METD-45/02
METD-45/03 METD-45/04 METD-45/05 METD-45/06 x x x x x 232. 233. 234. 235. 236. 3 Rogosija sa crvenim klasom
i osjem 41°59'38.78"N 19°13'1.39"E Mrkojevičko polje METD-46/01 METD-46/02 METD-46/03 METD-46/04 METD-
46/05 x x x x x 237. 238. 239. 240. 241. 242. 3 Rogosija sa mrkim klasom i osjem 42° 2'10.22"N 19° 8'58.97"E Dobra

Voda METD-47/01 METD-47/02 METD-47/03 METD-47/04 METD-47/05 METD-47/06 x x x x 243. 244. 245. 246.
3 Rogosija sa mrkim osjem 42° 6'39.02"N 19° 7'5.45"E Sustaš METD-48/01 METD-48/02 METD-48/03 METD-48/04 x
x x x 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 4 Rogosija sa crvenkastim klasom i osjem 42°21'32.74"N 19°22'46.35"E Između
Spinje i Skoraca METD-49/01 METD-49/02 METD-49/03 METD-49/04 METD-49/05 METD-49/06 METD-49/07 x x x
x x 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 4 Rogosija sa smeđim osjem 42°53'48.82"N 19°54'39.42"E Police METD-50/01
METD-50/02 METD-50/03 METD-50/04 METD-50/05 METD-50/06 METD-50/07 x x x x 261. 4 Rogosija sa
smeđim klasom 42°25'47.76"N 19°28'38.18"E Cijevna METD-51/01 x x x x 262. 263. 4 Rogosija sa bijelim klasom i
mrkim osjem 42°25'52.05"N 19°28'19.34"E Cijevna METD-52/01 METD-52/02 x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD
Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 264. 265. 266. 267. 268. 4 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°21'48.37"N
19°19'59.78"E Tuzi METD-53/01 METD-53/02 METD-53/03 METD-53/04 METD-53/05 x x x x 269. 5 Rogosija sa
smeđim klasom i osjem 42°42'24.94"N 18°18'46.94"E okolina Trebinja METD-54/01 x x x x 270. 271. 272. 273. 5
Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°41'49.70"N 18°20'5.94"E okolina Trebinja METD-55/01 METD-55/02 METD-
55/03 METD-55/04 x x x x 274. 5 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°42'51.97"N 18°21'34.49"E Trebinje METD-
56/01 x x x x 275. 276. 277. 278. 279. 5 Rogosija sa smeđim i mrkim osjem 42°54'7.96"N 17°59'46.45"E Kotezi METD-
57/01 METD-57/02 METD-57/03 METD-57/04 METD-57/05 x x x x 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289.
5 Rogosija sa bijelim klasom 42°42'19.07"N 18°20'4.57"E Trebinje METD-58/01 METD-58/02 METD-58/03 METD-
58/04 METD-58/05 METD-58/06 METD-58/07 METD-58/08 METD-58/09 METD-58/10 x x x x 290. 291. 292. 293.
294. 295. 296. 297. 5 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°40'53.98"N 18°19'0.34"E Luge METD-59/01 METD-59/02
METD-59/03 METD-59/04 METD-59/05 METD-59/06 METD-59/07 METD-59/08 x x x x 298. 299. 300. 5 Rogosija
sa smeđim osjem 42°40'26.56"N 18°19'46.33"E Trebinjsko polje METD-60/01 METD-60/02 METD-60/03 x x x x R. br.
G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 301. 5 Rogosija sa smeđim klasom i osjem
42°41'17.89"N 18°18'37.26"E Luge METD-61/01 x x x x 302. 303. 304. 5 Rogosija sa mrkim osjem 42°42'1.15"N
18°18'42.58"E Luge METD-62/01 METD-62/02 METD-62/03 x x x x 305. 306. 5 Rogosija sa mrkim osjem
42°41'40.31"N 18°18'46.48"E Luge METD-63/01 METD-63/02 x x x x 307. 308. 309. 310. 5 Velja pšenica sa crvenim
klasom i osjem 42°41'47.03"N 18°20'42.11"E Vodica kod Trebinja METD-64/01 METD-64/02 METD-64/03 METD-
64/04 x x x x 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 5 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°37'54.33"N
18°23'39.14"E Podkraj METD-65/01 METD-65/02 METD-65/03 METD-65/04 METD-65/05 METD-65/06 METD-
65/07 METD-65/08 x x x x 319. 320. 321. 322. 5 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°36'20.94"N 18°25'28.56"E
Grab METD-66/01 METD-66/02 METD-66/03 METD-66/04 x x x x 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 6 Rogosija sa
bijelim osjem 43° 6'16.56"N 18° 7'53.08"E Dabar METD-67/01 METD-67/02 METD-67/03 METD-67/04 METD-67/05
METD-67/06 METD-67/07 x x x x 330. 331. 332. 333. 334. 335. 7 Rogosija sa bijelim osjem 42°36'33.94"N
18°25'14.54"E Grab METD-68/01 METD-68/02 METD-68/03 METD-68/04 METD-68/05 METD-68/06 x x x x 336.
337. 7 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°27'16.54"N 18°32'35.21"E Dubrovka Herceg Novi METD-69/01 METD-
69/02 x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 338. 339. 340. 341. 342. 343. 7
Rogosija sa smeđim osjem 42°38'1.47"N 18°23'28.00"E Kraj METD-70/01 METD-70/02 METD-70/03 METD-70/04
METD-70/05 METD-70/06 x x x x 344. 345. 346. 347. 348. 7 Rogosija sa žutim klasom 42°54'34.36"N 17°59'15.59"E
Kotezi METD-71/01 METD-71/02 METD-71/03 METD-71/04 METD-71/05 x x x x 349. 350. 351. 352. 353. 354.
355. 356. 357. 358. 7 Rogosija sa mrkim osjem 42°32'8.72"N 18°19'35.46"E Konavle METD-72/01 METD-72/02
METD-72/03 METD-72/04 METD-72/05 METD-72/06 METD-72/07 METD-72/08 METD-72/09 METD-72/10 x x x x
x 359. 360. 7 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°38'56.84"N 18°22'41.37"E Tuli METD-73/01 METD-73/02 x x x x

361. 362. 7 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°39'55.05"N 18° 8'9.25"E Dolja– Dubrovnik METD–74/01 METD–74/02 x x x x x 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 7 Rogosija sa crvenim klasom 42°19'2.64"N 18°47'15.57"E Donji Grbalj METD–75/01 METD–75/02 METD–75/03 METD–75/04 METD–75/05 METD–75/06 METD–75/07 x x x x x 370. 371. 7 Rogosija sa smeđim klasom 42°36'27.42"N 18°25'1.33"E Grab METD–76/01 METD–76/02 x x x x x 372. 373. 7 Rogosija sa smeđim klasom i osjem 42°42'56.06"N 18°20'56.92"E Trebinje METD–77/01 METD–77/02 x x x x x 374. 375. 376. 7 Rogosija sa bijelim klasom 42°18'33.32"N 18°48'3.46"E Donji Grbalj METD–78/01 METD–78/02 METD–78/03 x x x x x R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 7 Rogosija sa bijelim osjem 43° 1'41.96"N 18°18'51.82"E Fatnica–Stolac METD–79/01 METD–79/02 METD–79/03 METD–79/04 METD–79/05 METD–79/06 METD–79/07 METD–79/08 METD–79/09 x x x x x 386. 387. 388. 389. 7 Rogosija sa smeđim klasom 42°48'22.71"N 18° 8'8.03"E Zakovo METD–80/01 METD–80/02 METD–80/03 METD–80/04 x x x x x / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 6'19.98"N 19°14'18.94"E Tejani METD–81 / 1 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42°20'22.06"N 19°20'16.81"E Vuksanlekići METD–82 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°11'8.02"N 19°11'17.70"E Šestani METD–83 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 41°56'42.17"N 19°16'57.26"E Zoganj METD–84 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 41°56'36.58"N 19°17'13.19"E Zoganj METD–85 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem 42°11'3.22"N 19°11'11.08"E Šestani METD–86 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 0'49.06"N 19°21'53.74"E Sukobin METD–87 / 1 Rogosija sa bijelim i žutim klasom 42°17'1.94"N 18°52'22.54"E Bečići METD–88 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°18'25.46"N 19° 3'7.58"E Čukovići* METD–89 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 6'17.34"N 19°14'15.10"E Tejani METD–90 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 7'35.80"N 19°12'54.44"E Livari METD–91 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42° 7'41.70"N 19°13'4.66"E Livari METD–92 / 1 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42° 1'54.09"N 19°10'54.38"E Mrkojevići METD–93 / 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°26'4.18"N 19° 2'44.48"E Cepetići METD–94 R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol / 1 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°11'3.25"N 19°10'26.66"E Karanikići METD–95 x x x / 1 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°23'50.04"N 19°10'22.97"E Gornji Kokoti METD–96 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42°25'58.54"N 19° 8'56.88"E Kruse METD–97 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42°26'0.07"N 19° 9'3.81"E Kruse METD–98 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42°26'2.61"N 19° 9'0.93"E Kruse METD–99 / 2 Grbljanka sa crvenim klasom i osjem 41°59'29.26"N 19°13'31.01"E Mrkojevičko polje METD–100 / 2 Žutorica sa žutim klasom i osjem 42°18'11.23"N 18°50'27.50"E Maine METD–101 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42° 0'21.53"N 19°18'36.02"E Vladimir METD–102 / 2 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42° 0'13.90"N 19°18'51.14"E Vladimir METD–103 x x x / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°11'2.13"N 19°11'7.45"E Šestani METD–104 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 6'17.76"N 19°14'28.01"E Tejani METD–105 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°24'14.82"N 19°12'13.86"E Kokoti METD–106 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42° 7'43.52"N 19°13'23.81"E Livari METD–107 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42°24'43.79"N 19° 5'46.20"E Gradac METD–108 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem 42° 0'23.56"N 19°18'23.60"E Vladimir METD–109 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 41°59'20.45"N 19°16'45.38"E Klezna METD–110 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i svijetlo mrkim osjem 42°21'19.83"N 19°21'53.79"E Spinja METD–111 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42°21'9.15"N 19°22'12.83"E Spinja METD–112 / 2 Rogosija sa žutim klasom i osjem 42°21'8.05"N 19° 1'31.05"E Rijeka Crnojevića METD–113 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°25'46.70"N 19° 6'14.65"E Buronji METD–114 / 2 Rogosija sa bijelim klasom i osjem 42°26'5.37"N 19° 2'40.34"E Cepetići METD–115 R. br. G Narodni naziv GŠ GD Mjesto porijekla O CBBG DG PG BL GMol / 2 Rogosija iz Vranića– Titograd 42°27'35.03"N 19°14'10.87"E Vranići METD–116 / 3 Rogosija sa crvenim klasom i osjem 42° 7'56.03"N 19° 8'28.60"E Tuđemili METD–117 / 3 Rogosija sa smeđim klasom 42° 1'31.40"N 19°11'55.78"E

Mrkojevići METD-118 x x x / 4 Rogosija sa mrkim osjem 42°21'36.18"N 19°22'57.77"E Između Spinje i Skoraca METD-119 x x x / 6 Rogosija sa crvenkastim osjem 43° 3'9.13"N 17°56'25.17"E Poplat METD-120 x x X / 6 Rogosija sa bijelim osjem 43° 3'7.66"N 17°56'40.12"E Poplat METD-121 x x x / 6 Rogosija sa žutim osjem 43° 3'21.00"N 17°55'47.37"E Poplat METD-122 x / 6 Rogosija sa bijelim osjem 43° 5'44.62"N 18° 9'41.61"E Berkovići METD-123 x / 6 Rogosija sa bijelim osjem 43° 5'17.82"N 17°56'40.13"E Stolac METD-124 / 7 Rogosija sa žutim osjem 42°12'50.79"N 19° 0'20.49"E Paštrovići METD-125 x x x Tab. 2. Sorte italijanske pšenice korišćeni u molekularnim ispitivanjima* Oznaka Naziv sorte Latinski naziv AG-25 Cappelli T. turgidum ssp. durum Stara italijanska lokalna populacija AG-95 Russello T. turgidum ssp. durum Stara italijanska lokalna populacija AG-107-1 Svevo T. turgidum ssp. durum Italijanska elitna sorta (duplikat) AG-107-2 Svevo T. turgidum ssp. durum Italijanska elitna sorta (duplikat) AG-108 Taganrog T. turgidum ssp. durum Stara italijanska lokalna populacija * Italijanske genotipove je obezbijedio Institut za bioresurse i bionauke, Nacionalnog istraživačkog centra iz Barija, Italija Fig. 1. Klasovi Crnogorske autohtonih populacija tetraploidne pšenice (Foto A. Velimirović) Grupa 1: METD-1/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Spinje“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-2/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Vuksanlekića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-3/04 „Rogosija sa crvenim klasom iz Martinića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-4/01 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sukobina“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-5/02 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Spinje“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-6/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Golubovaca“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-7/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Zete“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-8/01 „Rogosija sa bijelim osjem iz Spinje“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-9/05 „Rogosija sa crvenim klasom Grupa 1: METD-10/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Spinje“ (T. turgidum ssp. turgidum) i osjem iz Buronja“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-11/01 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/02 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/03 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/04 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/05 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/06 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-11/07 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Klezne“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-12/01 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Sotonića“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-13/01 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Kokota“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-13/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Kokota“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 1: METD-13/03 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Kokota“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 1: METD-14/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Ubla“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-15/09 „grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Mrkojevića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-16/06 „Rogosija sa žutim klasom i mrkim osjem iz Karanikića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-17/01 „Grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Kameničkog mosta“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-18/04 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Brajića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-19/02 „Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Gornjih Seoca“ (T. turgidum ssp. durum) Grupa 2: METD-21/05 „Rogosija sa smeđim osjem iz Vuksanlekića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-20/06 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Tejana“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-22/01 „Rogosija sa žutim osjem iz Vuksanlekića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-23/03 „Rogosija iz Šestana“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-24/01 „Rogosija sa bijelim klasom i crnim osjem iz Karanikića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/01 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Ćurčića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Ćurčića“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/03 „Rogosija sa

bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/04 "Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/05 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/07 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/06 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/08 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-25/09 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Čurčiča" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-26/06 „Grbljanka sa crvenim klasom i osjem iz Kameničkog mosta" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-27/02 „Rogosija sa žutim klasom i osjem iz Čukovića" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-28/03 „Rogosija sa smeđim osjem iz i bijelim klasom iz Martinića" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-29/01 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Golubovaca" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-31/04 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Šestana" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-30/04 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Zete" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-32/03 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Livara" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-33/02 „Rogosija sa žutim klasom i Grupa 2: METD-34/03 „Rogosija sa bijelim klasom osjem iz Tejana" (T. turgidum ssp. turgidum) i osjem iz Bečića" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-35/03 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim ili bijelim osjem iz Ubla" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 2: METD-36/01 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Kokota" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-37/01 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Bojke" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-38/03 „Rogosija sa smeđim klasom i mrkim osjem iz iz Dobre Vode" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-39/01 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Bojke" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-40/01 „Rogosija sa crvenkastim klasom iz Krute" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-41/04 „Rogosija sa smeđim osjem iz Mide" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-42/07 „Rogosija sa žutim klasom i mrkim osjem iz Bara" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-43/02 „Rogosija sa crvenim klasom i mrkim osjem iz Tuđemila" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-44/05 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Pečurica" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-45/04 „Rogosija sa bijelim klasom Grupa 3: METD-46/02 „Rogosija sa crvenim i crnim osjem iz Krute" (T. turgidum ssp. turgidum) klasom i osjem iz Mrkojevićkog polja" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-47/01 „Rogosija sa mrkim klasom i osjem iz Dobre Vode" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 3: METD-48/03 „Rogosija sa mrkim osjem iz Sustaša" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 4: METD-49/04 „Rogosija sa crvenkastim Grupa 4: METD-50/04 „Rogosija sa smeđim osjem klasom i osjem između Spinje i Skoraća" (T. turgidum iz Polica" (T. turgidum ssp. turgidum) ssp. turgidum) Grupa 4: METD-51/01 „Rogosija sa smeđim klasom iz Cijevne" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 4: METD-52/02 „Rogosija sa bijelim klasom i mrkim osjem iz Cijevne" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-56/01 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Trebinja" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-58/07 „Rogosija sa bijelim klasom iz Trebinja" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-59/05 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Luga" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-63/02 „Rogosija sa mrkim osjem iz Luga" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-64/03 „Velja pšenica sa crvenim klasom i osjem iz Vodice" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-65/02 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Podkraja" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 5: METD-66/02 „Rogosija sa crvenim klasom i osjem iz Graba" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-68/04 „Rogosija sa bijelim osjem iz Graba" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 6: METD-67/02 „Rogosija sa bijelim osjem iz Dabara" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-69/02 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Dubrovke" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-70/03 „Rogosija sa smeđim osjem Grupa 7: METD-71/01 „Rogosija sa žutim klasom iz Kraja" (T. turgidum ssp. turgidum) iz Koteza" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-72/02 „Rogosija sa mrkim osjem iz Konavla" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-73/01 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz

Tuli" (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-74/02 „Rogosija sa bijelim klasom i osjem iz Dolje“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-75/05 „Rogosija sa crvenim klasom iz Donjeg Grblja“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-76/02 „Rogosija sa smeđim klasom iz Graba“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-77/02 „Rogosija sa smeđim klasom i osjem iz Trebinja“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-78/02 „Rogosija sa bijelim klasom iz Donjeg Grblja“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-79/08 „Rogosija sa bijelim osjem iz Fatnice“ (T. turgidum ssp. turgidum) Grupa 7: METD-80/03 „Rogosija sa smeđim klasom iz Zakova“ (T. turgidum ssp. turgidum) Prilog 2 Tab. 1. UPOV desriptori praćeni u istraživanju sa opisom svake osobine i odgovarajućom ocjenom Redni broj Osobina Opis Ocjena 2. Biljka: Tip porasta Uspravan Poluuspravan Intermedijaran Polupolegao Polegao 1 3 5 7 9 3. Zastavićar: Antocijanska pigmentacija aurikula Odsutna Slaba Srednja Jaka Vrlo jaka 1 3 5 7 9 4. Biljka: Ućestalost biljaka sa povijenim zastavićarom Odsutna Niska Srednja Visoka Vrlo visoka 1 3 5 7 9 5. Vrijeme pojave klasova (na 50% klasova vidljivi prvi klasići) Vrlo rano Rano Srednje Kasno Vrlo kasno 1 3 5 7 9 6. Zastavićar: Pepeljasta navlaka na listu Odsutna Slaba Srednja Jaka Vrlo jaka 1 3 5 7 9 7. Klas: Pepeljasta navlaka Odsutna Slaba Srednja Jaka Vrlo jaka 1 3 5 7 9 8. Visina biljke (stablo, klas i osje) u cm 9. Biljka: Vrlo niska Visina (stablo, klas i osje) Niska Srednja Visoka Vrlo visoka 1 3 5 7 9 10. Stablo: Neznatna Ispunjenost poprećnog Srednja presjeka na pola rastojanja Visoka između osnove klasa i koljenca ispod 3 5 7 11. Klas: Oblik profila Piramidan Paralelnostranićni Polu-skverhedni Skverhedni Vretenast 1 2 3 4 5 13. Klas: Dućina bez osja Vrlo kratak Kratak Srednji Dug Vrlo dug 1 3 5 7 9 14. Osje ili zupci: prisustvo Oba odsutna Zupci prisutni Osje prisutno 1 2 3 15. Osje ili zupci: Dućina Vrlo kratko Kratko Srednje Dugo Vrlo dugo 1 3 5 7 9 18. Donja pljeva: Širina ramena Vrlo uska Uska Srednja Široka Vrlo široka 1 3 5 7 9 19. Donja pljeva: Oblik ramena Nagnut Blago nagnut Prav Uzdugnut Veoma uzdugnut sa drugim vrhom 1 3 5 7 9 20. Donja pljeva: Dućina vrha Vrlo kratak Kratak Srednji Dug Vrlo dug 1 3 5 7 9 21. Donja pljeva: Oblik vrha Prav Blago kriv Srednje kriv Jako kriv Prelomljen 1 3 5 7 9 22. Donja pljeva: Obraslost unutrašnjim dlaćicama Slaba Srednja Jaka 3 5 7 26. Biljka prema toplotnom stadijumu Ozima Fakultativna Jara 1 2 3 Tab. 2. Karakteristike varijeteta: prisustvo osja, boja klasa, osja i zrna, maljavost klasa* Redni broj Varijetet 1. Klas sa osjem: varijetet leucurum – klas, osje i zrno bijele boje, klas glatak 2. Klas sa osjem, varijetet affine– klas i osje bijele boje, klas glatak, zrno crveno 3. Klas sa osjem, varijetet valenciae– klas osje i zrno bijele boje, klas maljav 4. Klas sa osjem, varijetet fastuosum– klas i osje bijele boje, klas maljav, zrno crveno 5. Klas sa osjem, varijetet leucomelan– Klas i zrno bijele boje, klas gladak, osje crno 6. Klas sa osjem–varijetet melanopus– klas i zrno bijele boje, klas maljav osje crno 7. 8. Klas sa osjem, varijetet hordeiforme– klas i zrno bijele boje, osje crno, klas glatak Klas sa osjem, varijetet italicum– klas i osje crveno, zrno bijele bolje, klas maljav 9. Klas sa osjem, varijetet erytromelan– klas glatak, crven, osje crno, zrno bijelo 10. Klas bez osja, varijetet candicans– klas bijel, glatak, zrno bijelo 11. Klas bez osja, varijetet schechurdini– klas bijel, glatak, zrno crveno 12. Klas bez osja, varijetet subaustrale– klas crven, glatak, zrno bijelo 13. Klas bez osja, varijetet stebuti– klas crven, glatak, zrno crveno *UPOV desriptori praćeni u istraživanju sa opisom svake osobine i odgovarajućom ocjenom Prilog 3 Tab. 1. Kontribucija varijabli definisanju prvih pet glavnih dimezija u procentima Varijabla

Dim 1 Dim 2 Dim 3 Dim 4 Dim 5 Koleoptil_antocijan_ 1

136

1,2892 0,3484 3,6636 0,8701 3,5747 Koleoptil_antocijan_5 3,8216 9,8000 0,1449 0,0008 2,1642 Koleoptil_antocijan_7 3,3878 5,2492 1,5961 0,2307 0,0068 Tip_porasta_1 0,0291 0,0584 1,4527 1,5029 0,1735 Tip_porasta_3 0,0995 0,1997 4,9690 5,1404 0,5936 Aurikule_antocijan_1 Aurikule_antocijan_3 0,6320 0,0666 0,8184 0,2144 0,0002 0,2518 1,1902

0,4116 9,0909 3,0901 Aurikule_antocijan_5 0,1288 5,0786 0,9209 0,2825 2,8711 Aurikule_antocijan_7 0,5564 0,1896
0,2690 0,7517 8,5614 Povijen_zastavicar_1 Povijen_zastavicar_3 0,0100 1,8129 3,1278 0,8831 0,6445 0,2623 0,2294
0,3198 8,7752 5,0172 Povijen_zastavicar_5 1,6842 1,4693 0,0601 0,0001 0,4654 Povijen_zastavicar_7 1,8544 0,1610
0,0206 0,1674 0,0138 Pojava_klasova_3 0,0088 0,0583 4,0944 2,6751 2,8061 Pojava_klasova_5 0,0526 0,0471 0,8896
1,6708 3,6357 Pojava_klasova_7 1,2830 2,6244 15,8544 1,8953 0,3779 Pepeljast_zastavicar_1 3,4199 4,7268 0,5862
0,3600 0,0328 Pepeljast_zastavicar_3 0,0122 0,5817 0,0940 0,4181 0,0922 Pepeljast_zastavicar_5 5,0961 0,1175 2,5928
5,3533 0,9595 Pepeljast_klas_1 0,0272 0,2606 0,1280 0,1747 0,1534 Pepeljast_klas_3 2,8819 0,0064 1,4502 1,9050
0,1267 Pepeljast_klas_5 4,1197 0,0230 2,1510 2,8287 0,2166 Visina_cm_3 0,0481 0,1984 1,0859 0,1984 0,0074
Visina_cm_5 4,7619 0,3128 5,7066 0,0522 0,0046 Visina_cm_7 0,0559 0,0218 1,1901 0,0444 0,0118 Visina_cm_9 5,6840
0,1092 0,3732 0,3369 0,0486 Visina_7 0,7936 3,2236 16,1076 3,7970 1,6796 Visina_9 0,0167 0,0677 0,3382 0,0797
0,0353 Ispunjenost_stabla_5 0,0061 3,6805 0,2844 5,7519 0,1419 Ispunjenost_stabla_7 0,0000 0,0190 0,0015 0,0297
0,0007 Oblik_klasa_1 0,0358 0,3826 0,0692 0,0448 0,0085 Oblik_klasa_2 0,9587 10,2495 1,8547 1,2004 0,2271
Duzina_klasa_3 0,0084 0,1976 0,8954 0,0477 0,2832 Duzina_klasa_5 2,0709 0,5009 0,1603 0,0074 1,0715
Duzina_klasa_7 2,7483 0,8467 0,1633 0,0129 1,4509 Duzina_klasa_9 0,0031 0,6894 0,0296 0,0017 0,2328 Duzina_osja_5
0,0069 2,5098 1,1266 3,4067 1,0995 Duzina_osja_7 0,9585 0,0135 0,0018 0,2928 0,1118 Duzina_osja_9 10,8062 0,0099
0,2236 1,5802 2,1245 D_pljeva_sirina_ramena_1 0,2101 0,0230 0,3619 0,1361 0,0713 D_pljeva_sirina_ramena_3 4,8624
0,6512 2,0725 1,7306 2,5184 D_pljeva_sirina_ramena_5 0,1567 0,4807 3,2833 0,0085 0,7500 D_pljeva_sirina_ramena_7
0,4516 0,0295 2,3770 3,6130 6,4329 D_pljeva_sirina_ramena_9 1,0787 0,5896 0,0171 12,0892 1,2668
D_pljeva_oblik_ramena_1 0,2115 0,5736 0,4832 3,9308 1,6386 D_pljeva_oblik_ramena_3 D_pljeva_oblik_ramena_5
4,7905 5,9813 1,3981 0,5928 0,8045 0,5556 0,3447 4,9644 0,0061 0,8360 D_pljeva_oblik_ramena_7 0,2001 3,9830
0,3127 5,1507 0,3914 D_pljeva_oblik_ramena_9 0,1445 0,0809 0,0002 0,1936 0,4084 D_pljeva_duzina_vrha_1
D_pljeva_duzina_vrha_3 0,4582 3,5290 1,2323 0,0114 0,3133 0,5631 1,3551 6,0212 2,8655 7,4187
D_pljeva_duzina_vrha_5 0,8567 0,0991 3,9620 3,5754 0,1128 D_pljeva_duzina_vrha_7 3,5695 0,1244 6,5858 0,1184
2,4621 D_pljeva_duzina_vrha_9 8,3564 9,5936 1,4183 0,7177 0,6997 D_pljeva_oblik_vrha_1 0,3390 6,5501 0,1478 0,8250
1,5426 D_pljeva_oblik_vrha_3 0,0015 6,2430 0,1968 5,8862 6,1236 D_pljeva_oblik_vrha_5 0,1025 0,2936 0,2667 0,9287
0,0028 D_pljeva_oblik_vrha_7 3,4632 8,3736 4,5696 3,1472 3,1136 Biografija autora Ana Velimirović je rođena na Cetinju
02.02.1982. godine. Osnovnu i srednju medicinsku školu je završila u Podgorici, a

2005. godine je upisala studije biljne proizvodnje **na** Biotehničkom **fakultetu Univerziteta**

39

Crne Gore

u Podgorici. Studije je završila sa prosjekom 8.91 (B), a specijalističke studije je pohađala na istom fakultetu, smjer Ratarstvo i povrtarstvo i završila sa prosjekom 10.00 (A). Dvogodišnje magistarske studije je upisala 2009. godine na Mediteranskom agronomskom institutu u Hanji, Grčka, koje je završila sa prosjekom A i distinkcijom "cum maxima laude" na smjeru Održiva poljoprivreda. Nakon povratka u Crnu Goru, rad nastavlja na projektima pretprijetne porške članstva Crne Gore u EU, a koji se odnose na Poglavlje 12-fitosanitarnu, veterinarsku politiku i bezbjednost hrane pri Ministarstvu poljoprivrede i ruralnog razvoja. U periodu 2012-2013 završila je pripravnički staž na Biotehničkom fakultetu i položila državni ispit. Kontinuirano saraduje sa matičnim fakultetom na brojnim projektima i u naučno-istraživačkom radu, što rezultira publikacijom više od 30 naučnih radova. Dobitnik je Post-master stipendije Ministarstva

inostranih poslova Italije u okviru projekta "Diplomazia" 2014. godine, u okviru koje boravi šest mjeseci u Bariju na Institutu za bionauke i bioresurse, Nacionalnog istraživačkog centra. Pohađala je brojne obuke i usavršavanja iz oblasti genetike, bezbjednosti hrane i fitosanitarne politike, među kojima se izdvajaju boravak na Politehničkom univerzitetu Marke, Italija Odsjek za poljoprivredne, prehrambene i nauke životne sredine, smjer genetika bilja od 2015. do 2017. godine. Kontakt osoba je za Evropsku agenciju za bezbjednost hrane (EFSA), Bolje treninge za bezbjedniju hranu (BTSF), Cartagena Protokol, Službu za razmjenu biološke bezbjednosti, FAO GM Platformu i Codex Alimentarius u Upravi za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove. Tečno govori engleski i italijanski jezik i služi se španskim.

Bibliografija Jovovic Z. Brocic Z. Velimirovic. A. Dolijanovic Z. Komnenic A. (2021). The influence of flooding on the main parameters of potato productivity. *Acta Horticulturae*. DOI: 133-138. 10.17660/ActaHortic2021.1320.17. Velimirovic A. Jovovic Z. Przulj N. (2021). From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*. 53. 407-417. DOI: 10.2298/GENSR2101407V. Jovovic Z. Dolijanovic Z. Spalevic V. Dudic B. Przulj. N. Velimirovic A. Popovic V. (2021) Effects of Liming and Nutrient Management on Yield and Other Parameters of Potato Productivity on Acid Soils in Montenegro. *Agronomy* 2021. 11. 980. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050980> Velimirovic A. Jovovic Z. Przulj N. (2020). Wheat of Future. Keynote Speakers - Promising Young Scientist. GEA (Geo Eco-Eco Agro) International Conference. Podgorica. Montenegro.-May 28-31. Book of Proceedings. 048 .Komnenic A. Jovovic Z. Velimirovic A. (2020). Impact Of Different Organic Fertilizers On Lavender Productivity (*Lavandula officinalis* Chaix). *Agriculture and Forestry*, 66 (2): 51-56. DOI: 10.17707/AgricultForest.66.2.05 Przulj. N. Jovovic Z. Velimirovic A. (2020). Breeding Small Grain Cereals For Drought Tolerance In A Changing Climate. *Agriculture and Forestry*, 66 (2): 109-123. DOI: 10.17707/AgricultForest.66.2.11 Jovovic Z. Velimirovic A. Popovic V. Dolijanovic Z. Jovovic. M. (2019). Uticaj organskog peletiranog đubriva na kvalitet sadnog materijala ruzmarina (*Rosmarinus officinalis* L.). XXIV Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. Univerzitet u Kragujevcu. Agronomski fakultet u Čačku. Čačak. Srbija. Mart 15-16. 15-16.3.2019. 24 1: 357-364. Zbornik radova 1, 24. 227-231 Berjan S. Mrdalj V.El Bilali H. Velimirovic A. Blagojevic Z. Bottalico F. Debs P. Capone R. (2019) "Household Food Waste In Montenegro". *Italian Journal Of Food Science* 31(2):274–287. DOI <https://doi.org/10.14674/IJFS-1276> Jovovic Z. Salkic B. Velimirovic A. Vukićević P. Salkic. A. (2018). Production of Immortelle Seedlings According to the Principles of Organic Production. *International Journal of Plant & Soil Science*, 21(6), 1-5. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2018/39592> Jovovic Z. Mandic D. Przulj N. Popovic T. Velimirovic A. (2017). Genetic resource of oats (*Avena sativa* L.) and rye (*Secale cereale* L.) in Montenegro. VIII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017". Jahorina. Bosnia and Hercegovina. October 05-08. Book of abstracts 485. Jovovic Z. Velimirovic, A. Przulj N. Salkic B. Govedarica-Lucic A. (2017). The influence of different organic fertilizers on the quality of immortelle (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Gon) seedlings material. VIII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017". Jahorina. Bosnia and Hercegovina. October 05-08. Book of abstracts 486. Jovovic Z. Mandic D. Przulj N. Velimirovic A. Dolijanovic Z. (2017). Genetic resources of wheat (*Triticum* sp.) in Montenegro. XXII Consultation on biotechnology. University of Kragujevac. Agronomic Faculty Cacak. Cacak. Serbia. March 10-11. Book of Abstracts 99-107. Jovovic Z. Silj M. Velimirovic A. Przulj N. Mandic D. (2017). Genetic resources of barley (*Hordeum sativum* Jess.) in Montenegro. XXII Consultation on biotechnology. University of Kragujevac. Agronomic Faculty Cacak. Cacak. Serbia. March 10-11. Book of Abstracts 109-115. Jovovic Z. Baricevic D. Przulj N. Govedarica-Lucic A. Velimirovic A. (2017). Efficiency of novel liquid organic fertilizer "chap liquid" in immortelle (*Helichrysum italicum* L.) seedlings production. 6th International Symposium on Agricultural Sciences. Banja Luka. Bosnia and Herzegovina. February 27 – March 2. Book of abstracts 30. Jovovic Z. Jordanovska. S. Velimirovic A. Popovic V. Dolijanovic Z. (2017). Characterization and evaluation of Potato genetic Resources in Montenegro. Congress

of the Serbian Genetic Society. Vrnjacka Banja. Serbia October 13-17. Book of Abstracts. 162 Dolnicar P. Milosevic D. Jovovic Z. Meglic V. Maras. M. Velimirovic A. (2016). Reliability of morphological and molecular characterization of lightsprouts for differentiation of potato accessions. *Genetika*. 48 (2). 525-532.

<https://doi.org/10.2298/GENSR1602525D> Jovovic Z. Velimirovic A. Milosevic D. Buckovic M. Zejak D. (2016). Istorijat gajenja krompira u Crnoj Gori. XXI Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. Mart 11-12. Čačak. Srbija Zbornik radova, Vol. 21.(23). pp. 211-216. Jovovic Z. Micev B. Velimirovic A. (2016). Impact of climate change on potato production in Montenegro and options to mitigate the adverse effects. *Academia Journal of Environmental Sciences*. 4 (3). 047-054. DOI: 10.15413/ajes.2016.0301 Jovovic Z. Dolijanovic Z. Velimirovic A. Postic D. Milosevic D. (2015). Examination Of Some Dutch White Flesh Potato Varieties In Mountainous Region Of Montenegro. Sixth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2015". October 15-18. Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Book of Proceedings 681-684. Jovovic Z. Tiodorovic J. Velimirovic A. Milošević D. (2015). Significant Incidence Of Blackening And Decay Of The Lower Stem Portion Of Potato («Blackleg») In Montenegro In 2012. Plant health for sustainable agriculture. Ljubljana. Slovenia. May 11-12. Book of Proceedings 61 Jovovic Z. Tiodorovic J. Velimirovic A. (2015). Climate change and plant production: The influence of flooding on potato production in Montenegro. Symposium "Managing flood risk and mitigate their adverse consequences." June 4. Sarajevo. Bosnia and Herzegovina. Book of Proceedings. 135-140. Jovovic Z. Velimirovic A. Postic D. Silj. M. (2014). Inventorization. collecting and conservation of potato genetic resources in Montenegro. III international symposium and XIX scientific conference of agronomists of Republic of Srpska. Trebinje. Bosnia and Herzegovina. March 25- 28. Book of abstracts. 121 Gazivoda A. Velimirovic A. Maras A. Raicevic J. Sucer S. Pavicevic A. Karagianni A. Livieratos I. (2014). Survey Results Of Citrus Tristeza Virus (Ctv) In Crete And Detection By Direct Immunoprinting- Elisa Method. Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014". Jahorina. Bosnia and Herzegovina. October 23-26. Book of Abstracts. 176 Gazivoda A. Velimirovic A. Maras V. Raicevic J. Kodzulovic V. Mathioudaki M. Shegani M. Livieratos I. (2014). Detection Of Citrus Tristeza Virus In Plant Tissues By Different Variants Of RT-PCR Method. Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014". Jahorina. Bosnia and Herzegovina. October 23-26. Book Of Abstracts. 175 Jovovic Z. Velimirovic A. Dolijanovic Z. Silj M. Zejak D. (2014). Possibility of summer planting of potato in Agroecological conditions of Podgorica . Fifth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2014“. Jahorina. Bosnia and Herzegovina. October 23-26. Book of Proceedings 433- 438 Jovovic Z. Stesevic Danijela. Meglic V. Dolnicar. P. (2013): Old potato varieties in Montenegro. Monograph. University of Montenegro. Biotechnical faculty Podgorica. Montenegro (English translation). Prljevic Z. Jovovic Z. Velimirovic A. Djukic S. Petrušić M. Popovic T. Fušić G. Petrovic M. Accession Of Montenegro To The European Union: State And Challenges In The Phytosanitary Policy. IV International Symposium „Agrosym 2013. October 3-6. Jahorina. Bosnia and Herzegovina. Book of abstracts. Jovovic Z. Dolijanovic Z. Milosevic D. Velimirovic A. Biberdzic M. (2013). Influence of different nutrition systems on yield and other parameters of productivity of potato. 2nd international symposium on agronomy and physiology of potato (Potato Agrophysiology 2013). September 15- 19. Prague. Czech Republic. Proceedings.216-223 Jovovic Z. Velimirovic A. Milic V. Silj. M. (2013). Examination of some Dutch red skin potato varieties in different agro-ecological conditions of Montenegro. IV International Symposium „Agrosym 2013. Jahorina. Bosnia and Herzegovina. October 3-6. Book of abstracts. 465-469. Jovovic Z. Popovic T. Velimirovic A. Milic V. Dolijanovic Z. Silj. M. (2013). Efficacy of chemical weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agroznanje*. 14(4). 487-495. Jovovic Z. Latinovic N. Velimirovic A. Popovic T. Stesevic D. Postic D. (2012). Effect of chemical weed treatment on weediness and of potato yield. *Herbologia. An International Journal on Weed Research and Control*. Vol. 13. No 2. 51-59. Shegani M. Tsikou D. Velimirovic A. Afifi. H. Karayanni A. Gazivoda A. Manevski K.

Manakos I. Livieratos I. (2012). Citrus tristeza virus on the island of Crete: a survey and detection protocol applications. Journal of Plant Pathology. 94 (1). 71-78. Jovovic Z. Dolijanovic Z. Kovacevic D. Velimirovic A. Biberdzic M. (2012). The productive traits of different potato genotypes in mountainous region of Montenegro. Genetika. Vol. 44. No 2. 389-397. Jovovic Z. Dolijanovic Z. Velimirovic A. Postic D. Hrnčić S. (2012). Productivity Analysis of five leading potato varieties in agro-ecological conditions of mountainous region in Montenegro. Agro – knowledge. University of Banjaluka. Faculty of agriculture. Vol. 13. br. 4. 583-589. Jovovic Z. Meglic V. Velimirovic A. (2012). Genetic resources of potato in Montenegro. Montenegro International Conference: Role Of Research In Sustainable Development Of Agriculture And Rural Areas. May 23-26. Podgorica. Montenegro. The Book Of Abstract Jovovic Z. Milic V. Postic D. Velimirovic A. Silj M. Strunjas K. (2012). Productivity testing of early and medium early potato varieties in agro-ecological conditions in northern Montenegro. Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina. Bosnia and Herzegovina. Book of abstracts. 200-204. Jovovic Z. Cizmovic M. Lazovic B. Maras. V. Bozovic Dj. Popovic T. Stesevic D. Velimirovic A. (2012). The state of agricultural plant genetic resources of Montenegro. Agriculture and forestry. Vol. 57. Issue 1: 33-50. Yücel E. Velimirovic A. Çaliskan E.M. (2012). New Potato Breeding Lines Obtained From Meristem Tissue Culture. Response Of The Meristem Culture. Montenegro International Conference: Role Of Research In Sustainable Development Of Agriculture And Rural Areas. May 23-26. Podgorica. Montenegro. The Book Of Abstract Velimirovic A. (2009). Influence of tuber size on potato yield and other quality parameters. 6th Agricultural student conference. Faculty of agriculture Cacak. Serbia. August 27-29. Book of proceedings 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168

sources:

1 137 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2017 12:00AM
link.springer.com

2 26 words / < 1% match - Internet from 01-Nov-2019 12:00AM
link.springer.com

3 25 words / < 1% match - Internet from 18-Nov-2021 12:00AM
link.springer.com

4 173 words / < 1% match - Internet from 17-Jun-2017 12:00AM
www.afc.kg.ac.rs

5 125 words / < 1% match - Internet from 11-Apr-2018 12:00AM
orgcg.org

6 75 words / < 1% match - Internet
[Milošević, Mirjana, Marjanović-Jeromela, Ana. "Biodiverzitet biljaka i njegovo očuvanje", Novi Sad : Školska knjiga, 2020](#)

-
- 7 28 words / < 1% match - Internet
[Takač, Verica, Mikić, Sanja et al. "Ocena genetičke raznolikosti genotipova tvrde pšenice prema karakteristikama koje je definisao UPOV", Ratarstvo i povrtarstvo, 2019](#)
-
- 8 36 words / < 1% match - Internet from 20-Oct-2021 12:00AM
www.mdpi.com
-
- 9 20 words / < 1% match - Internet from 12-Nov-2020 12:00AM
www.mdpi.com
-
- 10 14 words / < 1% match - Internet from 06-Jan-2022 12:00AM
www.mdpi.com
-
- 11 10 words / < 1% match - Internet from 12-Jan-2020 12:00AM
www.mdpi.com
-
- 12 34 words / < 1% match - Internet from 25-Feb-2021 12:00AM
www.tandfonline.com
-
- 13 32 words / < 1% match - Internet from 10-Jun-2020 12:00AM
www.tandfonline.com
-
- 14 12 words / < 1% match - Internet from 26-May-2021 12:00AM
www.tandfonline.com
-
- 15 40 words / < 1% match - Internet
[López de Armentia, Adán. "Mapeo por asociación mediante genes candidatos en Palmera de Aceite Africana \(E. guineensis Jacq.\)", 2017](#)
-
- 16 30 words / < 1% match - Internet
[Hashimj, Abdulrahman. "Mapping quantitative trait loci for Fusarium head blight resistance in the U.S. winter wheat"](#)
-
- 17 70 words / < 1% match - Internet from 29-Oct-2021 12:00AM
ses.library.usyd.edu.au
-
- 18 64 words / < 1% match - Internet from 13-Mar-2020 12:00AM
acikerisim.igdir.edu.tr
-
- 19 43 words / < 1% match - Internet from 28-Nov-2020 12:00AM
repozitorij.unios.hr
-
- 20 10 words / < 1% match - Internet from 28-Nov-2020 12:00AM
repozitorij.unios.hr

-
- 21 10 words / < 1% match - Internet from 29-Nov-2020 12:00AM
repozitorij.unios.hr
-
- 22 63 words / < 1% match - Internet from 15-Jan-2022 12:00AM
www.repository.unipr.it
-
- 23 39 words / < 1% match - Internet from 22-Jul-2021 12:00AM
academicjournals.org
-
- 24 23 words / < 1% match - Internet from 29-Jan-2022 12:00AM
academicjournals.org
-
- 25 36 words / < 1% match - Internet from 03-May-2020 12:00AM
www.frontiersin.org
-
- 26 25 words / < 1% match - Internet from 01-Oct-2021 12:00AM
www.frontiersin.org
-
- 27 23 words / < 1% match - Internet from 23-Jan-2021 12:00AM
en.wikipedia.org
-
- 28 19 words / < 1% match - Internet from 26-Aug-2021 12:00AM
en.wikipedia.org
-
- 29 18 words / < 1% match - Internet from 20-Jul-2020 12:00AM
en.wikipedia.org
-
- 30 53 words / < 1% match - Crossref
["Rediscovery of Genetic and Genomic Resources for Future Food Security", Springer Science and Business Media LLC, 2020](#)
-
- 31 53 words / < 1% match - Internet from 07-Mar-2016 12:00AM
senat.ucg.ac.me
-
- 32 52 words / < 1% match - Internet from 07-Mar-2016 12:00AM
www.btf.ucg.ac.me
-
- 33 44 words / < 1% match - Crossref
[Yanbin Hong, Manish K. Pandey, Qing Lu, Hao Liu et al. "Genetic diversity and distinctness based on morphological and SSR markers in peanut", Agronomy Journal, 2021](#)
-
- 34 41 words / < 1% match - Internet from 14-Jul-2021 12:00AM
fedora.ucg.ac.me
-

- 35 39 words / < 1% match - Internet from 21-Feb-2017 12:00AM
www.vegetables.su
-
- 36 38 words / < 1% match - Internet from 12-Nov-2013 12:00AM
www.cropj.com
-
- 37 36 words / < 1% match - Internet from 15-Jul-2020 12:00AM
agrosym.ues.rs.ba
-
- 38 26 words / < 1% match - Internet from 20-Nov-2021 12:00AM
www.ucg.ac.me
-
- 39 10 words / < 1% match - Internet from 16-Jan-2022 12:00AM
www.ucg.ac.me
-
- 40 35 words / < 1% match - Crossref
[Jinsheng Yu, Yanhao Zhao, Mingquan Ding, Zitong Yu, Yurong Jiang, Wujun Ma, Junkang Rong. "Wild emmer chromosome arm substitution lines: Useful resources for wheat genetic study and breeding", Crop Science, 2020](#)
-
- 41 35 words / < 1% match - Internet from 04-Nov-2021 12:00AM
app.trdizin.gov.tr
-
- 42 35 words / < 1% match - Internet from 26-Oct-2020 12:00AM
onlinelibrary.wiley.com
-
- 43 33 words / < 1% match - Crossref
[C.E. González-Orozco, C.C. Sosa, A. H. Thornhill, S.W. Laffan. "Phylogenetic diversity and conservation of crop wild relatives in Colombia", Evolutionary Applications, 2021](#)
-
- 44 33 words / < 1% match - Internet from 08-Dec-2021 12:00AM
discovery.ucl.ac.uk
-
- 45 33 words / < 1% match - Internet from 24-Feb-2018 12:00AM
www.ipk-gatersleben.de
-
- 46 33 words / < 1% match - Internet from 19-Feb-2020 12:00AM
www.me
-
- 47 33 words / < 1% match - Internet from 02-Jan-2022 12:00AM
www.worldwidejournals.com
-
- 48 16 words / < 1% match - Internet
[Lemmen, Carsten, Wirtz, Kai W.. "On the sensitivity of the simulated European Neolithic transition to climate extremes", 2012](#)
-

- 49 16 words / < 1% match - Internet
[Brajovic, Milos. "On reconstruction algorithms for signals sparse in Hermite and Fourier domains", 2019](#)
-
- 50 32 words / < 1% match - Internet from 15-Nov-2021 12:00AM
[krex.k-state.edu](#)
-
- 51 31 words / < 1% match - Internet from 22-Sep-2021 12:00AM
[biblio.ugent.be](#)
-
- 52 20 words / < 1% match - Internet
[Glogovac, Svetlana. "Fenotipska varijabilnost i polimorfizam SSR markera u NS kolekciji germplazme paradajza", Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 2016](#)
-
- 53 10 words / < 1% match - Internet
[Radinović, Irena P. "Variability of red clover genotypes on the basis of agronomic traits, morphological and microsatellite markers", Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, 2017](#)
-
- 54 30 words / < 1% match - Internet from 24-Jun-2020 12:00AM
[nek.istanbul.edu.tr](#)
-
- 55 30 words / < 1% match - Internet from 29-Dec-2021 12:00AM
[tdr.lib.ntu.edu.tw](#)
-
- 56 30 words / < 1% match - Internet from 05-Mar-2014 12:00AM
[www.scribd.com](#)
-
- 57 29 words / < 1% match - Internet from 12-Mar-2020 12:00AM
[digital.library.adelaide.edu.au](#)
-
- 58 28 words / < 1% match - Internet from 17-Oct-2021 12:00AM
[jab.uk.ac.ir](#)
-
- 59 27 words / < 1% match - Crossref
["Book Reviews", Environmental Archaeology, 06/01/2001](#)
-
- 60 27 words / < 1% match - Crossref
[Nelly Shafik Ramzy. "Morphological logic in historical settlements: Space syntax analyses of residential districts at Mohenjo-Daro, Kahun and Ur", URBAN DESIGN International, 2015](#)
-
- 61 27 words / < 1% match - Internet from 27-Oct-2017 12:00AM
[www.agrif.bg.ac.rs](#)
-
- 62 27 words / < 1% match - Internet from 06-Dec-2019 12:00AM
[www.csef.it](#)
-

- 63 26 words / < 1% match - Internet
[Suchismita Mondal, Jessica E. Rutkoski, Govindan Velu, Pawan K. Singh et al. "Harnessing Diversity in Wheat to Enhance Grain Yield, Climate Resilience, Disease and Insect Pest Resistance and Nutrition Through Conventional and Modern Breeding Approaches", Frontiers Media SA, 2016](#)
-
- 64 26 words / < 1% match - Internet from 11-Dec-2021 12:00AM
www.revista-agroproductividad.org
-
- 65 25 words / < 1% match - Crossref
[Khaled F. M. Salem, Maysoun M. Saleh, Farrag F. B. Abu-Elaij, Laila Aldahak, Yanal A. Alkuddsi. "Chapter 7 The Role of Salicylic Acid in Crops to Tolerate Abiotic Stresses", Springer Science and Business Media LLC, 2021](#)
-
- 66 25 words / < 1% match - Internet from 01-Dec-2021 12:00AM
acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr
-
- 67 24 words / < 1% match - Crossref
[Nikolay P. Goncharov, Kseniya A. Golovnina, Elena Ya. Kondratenko. "Taxonomy and molecular phylogeny of natural and artificial wheat species", Breeding Science, 2009](#)
-
- 68 24 words / < 1% match - Internet from 12-Oct-2018 12:00AM
d-nb.info
-
- 69 24 words / < 1% match - Internet
[Савић, Александра. "TI Genotypic and phenotypic characterization of dry bean \(Phaseolus vulgaris L.\) collection", Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет, 2019](#)
-
- 70 24 words / < 1% match - Internet from 19-Dec-2021 12:00AM
www.upov.int
-
- 71 23 words / < 1% match - Crossref
[Jörn Germer, Joachim Sauerborn, Folkard Asch, Jan de Boer, Jürgen Schreiber, Gerd Weber, Joachim Müller. "Skyfarming an ecological innovation to enhance global food security", Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2011](#)
-
- 72 23 words / < 1% match - Internet from 08-Jan-2022 12:00AM
bmccgenomdata.biomedcentral.com
-
- 73 23 words / < 1% match - Internet from 23-Apr-2021 12:00AM
ijcmas.com
-
- 74 23 words / < 1% match - Internet from 04-Jan-2022 12:00AM
mobt3ath.com
-
- 75 23 words / < 1% match - Internet from 20-Feb-2019 12:00AM
plantbreeding.coe.uga.edu
-

- 76 23 words / < 1% match - Internet
[Roy, Nandita. "Improvement of Australian wheat grain functionality for breadmaking by introgression of novel high-molecular weight glutenin subunits into Australian cultivars"](#)
-
- 77 23 words / < 1% match - Internet from 11-Oct-2017 12:00AM
[scholar.sun.ac.za](#)
-
- 78 23 words / < 1% match - Internet from 20-Apr-2021 12:00AM
[www.mentoringproject.ro](#)
-
- 79 22 words / < 1% match - Internet from 11-Feb-2022 12:00AM
[eprints.ugd.edu.mk](#)
-
- 80 21 words / < 1% match - Internet
[Mandrou, Eric. "Variabilité fonctionnelle de gènes candidats de la lignification chez l'eucalyptus", Université de Bordeaux I, 2010](#)
-
- 81 21 words / < 1% match - Internet from 02-Jul-2020 12:00AM
[theses.whiterose.ac.uk](#)
-
- 82 11 words / < 1% match - Internet
[Stojanović, Jelena S.. "Uticaj zamesa i termičke obrade na antioksidativnu aktivnost pšeničnog brašna sa dodatkom brašna pečurke Boletus edulis", Универзитет у Нишу, Технолошки факултет, Лесковац, 2017](#)
-
- 83 10 words / < 1% match - Internet from 22-Jul-2021 12:00AM
[fedorabg.bg.ac.rs](#)
-
- 84 11 words / < 1% match - Internet from 27-Feb-2020 12:00AM
[nardus.mpn.gov.rs](#)
-
- 85 10 words / < 1% match - Internet
[Jović, Milica S.. "Degradation of triketone herbicides using advanced oxidation processes", Универзитет у Београду, Хемијски факултет, 2014](#)
-
- 86 21 words / < 1% match - Internet
[Hoyle, M. "Predicting user numbers of an urban fringe Pennine moorland using time and weather variables"](#)
-
- 87 21 words / < 1% match - Internet from 18-Jan-2022 12:00AM
[www.cambridge.org](#)
-
- 88 21 words / < 1% match - Internet from 17-Mar-2020 12:00AM
[www.cultivari.de](#)
-
- 89 21 words / < 1% match - Internet from 23-Aug-2016 12:00AM
[zh.wikipedia.org](#)

-
- 90 20 words / < 1% match - Internet from 04-Dec-2021 12:00AM
digitalcommons.lsu.edu
-
- 91 20 words / < 1% match - Internet from 30-Jan-2012 12:00AM
www.ecoprotexi.rs
-
- 92 20 words / < 1% match - Internet from 09-Jan-2018 12:00AM
www.minpolj.gov.me
-
- 93 19 words / < 1% match - Internet from 26-May-2021 12:00AM
rik.mrizp.rs
-
- 94 19 words / < 1% match - Internet from 15-Jan-2022 12:00AM
uokerbala.edu.iq
-
- 95 19 words / < 1% match - Internet from 10-Feb-2019 12:00AM
www.farmersrights.org
-
- 96 19 words / < 1% match - Internet from 10-Nov-2021 12:00AM
www.worldhistory.org
-
- 97 18 words / < 1% match - Crossref
[Zhenhua Deng, Dorian Q. Fuller, Xiaolong Chu, Yanpeng Cao, Yuchao Jiang, Lizhi Wang, Houyuan Lu. "Assessing the occurrence and status of wheat in late Neolithic central China: the importance of direct AMS radiocarbon dates from Xiazhai", Vegetation History and Archaeobotany, 2019](#)
-
- 98 18 words / < 1% match - Internet from 09-Feb-2022 12:00AM
cybertesis.unmsm.edu.pe
-
- 99 18 words / < 1% match - Internet from 13-Oct-2021 12:00AM
www.biorxiv.org
-
- 100 17 words / < 1% match - Internet from 12-Jan-2022 12:00AM
api.crossref.org
-
- 101 17 words / < 1% match - Internet from 22-Feb-2022 12:00AM
epubs.icar.org.in
-
- 102 17 words / < 1% match - Internet from 11-Nov-2021 12:00AM
minerva-access.unimelb.edu.au
-
- 103 17 words / < 1% match - Internet from 10-Mar-2019 12:00AM
raris.org
-

- 104 17 words / < 1% match - Internet from 24-Nov-2014 12:00AM
www.bioversityinternational.org
-
- 105 17 words / < 1% match - Internet from 25-Nov-2015 12:00AM
www.jstor.org
-
- 106 17 words / < 1% match - Internet from 05-Nov-2019 12:00AM
www.semenarska.rs
-
- 107 16 words / < 1% match - Crossref
[Hanan K. Mahmood, Nadia F. Salman, Khalifa M. Salih, Dhurgham H. Hasan, Mohammed M. Al-Zubaidi. "Frequency of Y-chromosome STRs using PowerPlex® Y23 System in Iraqi population", Egyptian Journal of Forensic Sciences, 2020](#)
-
- 108 16 words / < 1% match - Internet from 29-Nov-2021 12:00AM
bmcplantbiol.biomedcentral.com
-
- 109 16 words / < 1% match - Internet from 27-Jan-2021 12:00AM
cgspace.cgjar.org
-
- 110 16 words / < 1% match - Internet from 13-Feb-2022 12:00AM
dergipark.org.tr
-
- 111 16 words / < 1% match - Internet from 13-Dec-2021 12:00AM
pdfs.semanticscholar.org
-
- 112 16 words / < 1% match - Internet from 08-Feb-2022 12:00AM
ujcontent.uj.ac.za
-
- 113 15 words / < 1% match - Internet from 15-Jan-2022 12:00AM
dokumen.pub
-
- 114 15 words / < 1% match - Internet from 27-May-2020 12:00AM
www.nrcresearchpress.com
-
- 115 15 words / < 1% match - Internet from 10-Jul-2021 12:00AM
www.springerprofessional.de
-
- 116 15 words / < 1% match - Internet from 28-Feb-2018 12:00AM
www.zdravasrbija.com
-
- 117 14 words / < 1% match - Internet
[Ye, Fei. "A Concise Workbook for College Algebra 2nd Edition", CUNY Academic Works, 2019](#)
-
- 118 14 words / < 1% match - Internet from 16-Sep-2019 12:00AM
repositorio.ufpel.edu.br

-
- 119 14 words / < 1% match - Internet from 16-Jan-2020 12:00AM
www.annualreviews.org
-
- 120 14 words / < 1% match - Internet from 12-Mar-2020 12:00AM
www.researchsquare.com
-
- 121 13 words / < 1% match - Crossref
[Luwei Feng, Yumiao Wang, Zhou Zhang, Qingyun Du. "Geographically and temporally weighted neural network for winter wheat yield prediction", Remote Sensing of Environment, 2021](#)
-
- 122 13 words / < 1% match - Internet from 27-Dec-2020 12:00AM
archive.org
-
- 123 13 words / < 1% match - Internet from 07-Jan-2022 12:00AM
kupdf.net
-
- 124 13 words / < 1% match - Internet from 21-Aug-2020 12:00AM
mafiadoc.com
-
- 125 13 words / < 1% match - Internet from 30-Jul-2013 12:00AM
www.usamv.ro
-
- 126 12 words / < 1% match - Crossref
[Markus R. Schmidt. "Loss of Agro-Biodiversity, Uncertainty, and Perceived Control: A Comparative Risk Perception Study in Austria and China", Risk Analysis, 4/2006](#)
-
- 127 12 words / < 1% match - Internet from 22-Feb-2020 12:00AM
res.mdpi.com
-
- 128 12 words / < 1% match - Internet from 02-Nov-2012 12:00AM
www.besplatniseminarskiradovi.com
-
- 129 12 words / < 1% match - Internet
www.caa.org.yu
-
- 130 12 words / < 1% match - Internet from 22-Oct-2018 12:00AM
www.gov.me
-
- 131 12 words / < 1% match - Internet from 22-Sep-2020 12:00AM
zlatko.info
-
- 132 11 words / < 1% match - Publications
0354-1320, 2007
-

133

11 words / < 1% match - Crossref

[Charles F. W. Higham. "2 The Neolithic occupation of Southeast Asia", Walter de Gruyter GmbH, 2021](#)

134

11 words / < 1% match - Internet from 05-Dec-2021 12:00AM

[otvorenavlada.rs](#)

135

11 words / < 1% match - Internet from 25-Jun-2011 12:00AM

[www.filo.uba.ar](#)

136

11 words / < 1% match - Internet from 21-Mar-2020 12:00AM

[www.yumpu.com](#)

137

10 words / < 1% match - Internet from 30-Sep-2015 12:00AM

[demo.paragraf.rs](#)

138

10 words / < 1% match - Internet from 01-Jan-2022 12:00AM

[m2.mtmt.hu](#)

139

10 words / < 1% match - Internet from 20-Jan-2022 12:00AM

[pt.scribd.com](#)

140

10 words / < 1% match - Internet from 22-Oct-2018 12:00AM

[www.deltaagrar.rs](#)

141

10 words / < 1% match - Internet from 15-Dec-2021 12:00AM

[www.parlament.gov.rs](#)

142

10 words / < 1% match - Internet from 19-Jun-2020 12:00AM

[www.repository.cam.ac.uk](#)
