



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Danijel Čiček

**GENETIČKA I FENOTIPSKA
VARIJABILNOST HRVATSKE
GERMPLAZME JABUKE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Danijel Čiček

**GENETIC AND PHENOTYPIC
VARIABILITY OF CROATIAN APPLE
GERMPLASM**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2025.



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Danijel Čiček

**GENETIČKA I FENOTIPSKA
VARIJABILNOST HRVATSKE
GERMPLAZME JABUKE**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić

prof. dr. sc. Fuad Gaši

Zagreb, 2025.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Danijel Čiček

**GENETIC AND PHENOTYPIC
VARIABILITY OF CROATIAN APPLE
GERMPLASM**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Professor Martina Skendrović Babojelić, PhD

Professor Fuad Gaši, PhD

Zagreb, 2025

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

- Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
- Znanstveno polje: Poljoprivreda (Agronomija)
- Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za voćarstvo
- Voditelji doktorskog rada: prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić i prof. dr. sc. Fuad Gaši
- Broj stranica: 227
- Broj slika: 15
- Broj tablica: 13
- Broj grafikona: 3
- Broj priloga: 6
- Broj literaturnih referenci: 175
- Datum obrane doktorskog rada: 2025.
- Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:
 1. Izv. prof. dr. sc. Goran Fruk
 2. Izv. prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur
 3. Doc. dr. sc. Silvio Šimon

Rad je pohranjen u:

Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4 p.p. 550, 10 000 Zagreb,

Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.

Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj 12. rujna 2023. te odobrena na 2. redovitoj sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj 22. studenoga 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

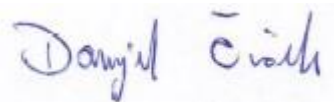
Ja, **Danijel Čiček**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

GENETIČKA I FENOTIPSKA VARIJABILNOST HRVATSKE GERMLAZME JABUKE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga dokorskog rada;
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb, 2025. godine



Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Ovaj doktorski rad ocijenilo je povjerenstvo u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Goran Fruk
2. Izv. prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur
3. Doc. dr. sc. Silvio Šimon

Doktorski rad je obranjen na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu,
_____ 2025. godine pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Goran Fruk
2. Izv. prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur
3. Doc. dr. sc. Silvio Šimon

Informacije o mentorima:

prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić, redoviti profesor

Prof. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić rođena je 1979. godine u Brežicama (Slovenija). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet upisala 1997. godine gdje je i diplomirala 2002. godine obranivši diplomski rad naslova: "Klijavost polena sorata oprašivača i njihov utjecaj na kemijski sastav plodova jabuke sorte 'Golden Delicious Klon B'. Od listopada 2003. zaposlena je na Zavodu za voćarstvo Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Doktorski studij „Poljoprivredne znanosti završila je 2009. godine obranom doktorskog rada naslova: "Biokemijske i anatomske promjene u toplinski tretiranim plodovima mandarine unshiu (*Citrus unshiu* Marc.) sorte „Owari“ nakon skladištenja. U zvanje docentice izabrana je 2010. godine, izvanredne profesorice 2015., a redovite profesorice 2020. godine. U razdoblju od 2018. do 2021. godine, obnašala je funkciju predstojnice Zavoda za voćarstvo, od 2013. godine voditeljica je Laboratorija za fizikalno-kemijske analize voća na Zavodu za voćarstvo, a od 2021. godine voditeljica je međusveučilišnog diplomskog studija "Mediterranska poljoprivreda". Kao koordinator sedam modula te suradnik na brojnim modulima, aktivno sudjeluje u nastavi prijediplomskog, diplomskog i doktorskog studija na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu. Do sada je bila voditeljica preko 70 diplomskih i završnih radova te članica povjerenstva više od 10 doktorskih radova.

Autor je sveučilišnog priručnika – 'Priručnika iz voćarstva: Građa, svojstva i analize voćnih plodova' i brošure 'Obična planika (*Arbutus unedo* L.) - Biološka, kemijska i gospodarska svojstva', te koautor fakultetskih priručnika 'Osnove ukrasne hortikulture u obrazovanju i terapiji' i 'Proizvodnja jabučnoga vina na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima'.

Znanstveni interesi vezani su uz sustave i tehnologije uzgoja voća, morfološku karakterizaciju voćnih vrsta, svojstva, analize i kakvoću plodova, oksidativni stres i anatomiju plodova, prikupljanje i očuvanje starih sorata voćaka i drugi. Bila je voditeljica dva nacionalna znanstvena projekta, a kao suradnica sudjelovala je na većem broju domaćih znanstvenih i stručnih projekata

Kao autor ili koautor objavila je preko 60 znanstvenih radova od kojih je 27 radova A1 kategorije (zastupljeno u bazi WOS), 26 radova A2 kategorije i 12 radova A3 kategorije. Prezentirala je brojne radove na domaćim i međunarodnim znanstveno-stručnim skupovima. Sudjelovala je na brojnim seminarima i radionicama vezanim uz programe usavršavanja visokoškolske nastave, a također sudjeluje u radu znanstveno-stručnih društava i znanstvenih časopisa, organizaciji znanstvenih skupova i popularizaciji znanosti.

Informacije o mentorima:

prof. dr. sc. Fuad Gaši, redoviti profesor

Prof. dr. sc. Fuad Gaši, rođen je 1980. u Tuzli (Bosna i Hercegovina), a srednjoškolsko obrazovanje je završio 1999. u Pildamms gimnaziji Malmo, Švedska. Diplomirao je 2005. na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, gdje se iste godine zaposlio kao asistent na predmetu Genetika i biotehnologija, unutar Instituta za voćarstvo i vinogradarstvo navedenog fakulteta.

Tijekom dodiplomskog studija prošao je polugodišnju obuku pri Institutu za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju u Sarajevu iz područja genetičke karakterizacije autohtonog genofonda voćaka. Nakon toga, obavio je četveromjesečni specijalizacijski boravak u Nizozemskoj na Sveučilištu Wageningen (Wageningen University and Research center), tijekom kojeg je radio sa molekularnim markerima i drugim tehnikama iz područja molekularne biologije i biotehnologije.

Doktorski studij na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu je upisao 2006., a disertaciju pod naslovom "Genetska i pomološka varijabilnost autohtonih sorti jabuka u Bosni i Hercegovini", obranio je 2010. godine. Izabran je 2011. u zvanje docenta za znanstveno područje Oplemenjivanje biljaka, na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. U navedenom znanstvenom području stječe zvanje redovitog profesora (trajno zvanje) 2017. godine.

Od 2004. do 2010. bio je koordinator projekta SEEDNet (South East European network on plant genetic resources), čiji je glavni rezultat uspostavljanje Centra za biljne genetske resurse poljoprivrednih kultura u sklopu Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta u Sarajevu. Bio je mentor tri doktorska rada, kao i brojnih završnih i diplomskih radova. Autor je nekolicine znanstvenih i stručnih knjiga, praktikuma, domaćih i međunarodnih strateških dokumenata iz područja biljnih genetičkih izvora poljoprivrednih kultura, te autor ili koautor većeg broja znanstvenih radova u brojnim časopisima.

Zahvala

Posebno zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Martini Skendrović Babojelić na strpljenju, podršci, dragocjenim savjetima i usmjeravanju tijekom mog istraživačkog rada. Njezino znanje, stručnost i posvećenost značajno su doprinijeli kvaliteti ovoga rada. Velika zahvalnost i mentoru prof. dr. sc. Fuadu Gašiju na savjetima i svesrdnoj pomoći pri izradi ovoga rada. Zahvaljujem i profesorovoj asistentici Almiri Konjić na pomoći i korisnim savjetima pri izradi ovoga rada.

Zahvaljujem i kolegama iz Centra za voćarstvo i povrćarstvo na pomoći, razumijevanju i strpljenju prilikom izrade ovoga rada.

Želim izraziti najiskreniju zahvalnost i svima ostalima koji su doprinijeli izradi ovoga rada.

Velika zahvala ide mojoj majci na velikoj podršci i odricanju tijekom cijelog mog školovanja.

Istraživanje je provedeno u sklopu:

Nacionalnog programa očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva

Infrastrukturnu, financijsku, administrativnu i tehničku potporu za izradu ovog doktorskog rada pružila je matična Organizacija, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek.

SAŽETAK

Današnji komercijalni uzgoj jabuke uglavnom se temelji na malom broju globalno rasprostranjenih standardnih sorti, no raznolikost sortimenta je mnogo veća, a značajan dio čine tradicionalne sorte. Većina tradicionalnih sorti jabuke uz glavni naziv često ima i druge lokalne nazive, odnosno sinonime. Zbog sličnosti između pojedinih primki često dolazi do korištenja netočnih naziva, što stvara problem prilikom identifikacije istih. Pretpostavka je da unutar hrvatske germplazme jabuke postoje jedinstveni genotipovi koji do sada nisu evidentirani u referentnim molekularnim bazama i da pojedini tradicionalni genotipovi imaju izražena pozitivna fizikalno-kemijska svojstva plodova u odnosu na standardne sorte. Stoga je glavni cilj istraživanja bio izvršiti genetičku karakterizaciju tradicionalnih i standardnih genotipova jabuke i utvrditi postojanje jedinstvenih genotipova koji nisu uvršteni u referentne molekularne baze. Također, cilje je bio i utvrditi i usporediti morfološka, pomološka i fizikalno-kemijska svojstva plodova jedinstvenih genotipova i standardnih sorti. Za potrebe istraživanja ukupno je analizirano 169 primki jabuke i 11 standardnih sorti iz najveće *ex situ* kolekcije jabuke u Republici Hrvatskoj upotrebom molekularnih i pomoloških metoda. Istraživane primke su genotipizirane uporabom SSR biljega čime je utvrđen pravi identitet velikog broja primki, zatim postojanje 59 jedinstvenih tradicionalnih genotipova te postojanje značajnog broja viškova (55) u obliku sinonima i duplikata u kolekciji Hrvatske nacionalne banke germplazme u Donjoj Zelini. Kako bi procijenili prednosti sustava biljega visoke rezolucije (SNP) genotipizirana je odabrana skupina od 23 jedinstvena genotipa jabuke i osam standardnih sorti korištenjem 480K Affymetrix Axiom SNP array. Potvrđeno je postojanje 19 jedinstvenih tradicionalnih genotipova, dok je za četiri genotipa utvrđeno da se radi o već poznatim sortama. Konačan rezultat ukazuje kako se u hrvatskoj germplazmi jabuke nalazi 55 jedinstvenih tradicionalnih genotipova koji se ne nalaze u drugim međunarodnim kolekcijama, odnosno bazama. Kako bi se istražila pomološka varijabilnost jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke provedeno je istraživanje slijedećih pomoloških svojstava ploda: masa, visina i širina ploda, duljina i debljina peteljke, indeks oblika ploda, tvrdoća, udio topljive suhe tvari, ukupne kiseline, omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina i pH vrijednost. Istraživana germplazma pokazala je iznimnu raznolikost pomoloških svojstava osobito u pogledu mase ploda, indeksa oblika ploda, duljine peteljke ploda, tvrdoće ploda i udjela topljive suhe tvari što predstavlja značajna tržišna i tehnološka svojstva. Morfološki opis proveden je prema standardnim protokolima i deskriptorima: CPVO (*Community Plant Variety Office*) Protocol for distinctness, uniformity and stability tests CPVO-TP/14/2 i ECPGR (*European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*) Characterization and Evaluation Descriptors for Apple Genetic Resources) za svojstva ploda, habitusa, jednogodišnjeg izbojka, lista i cvijeta. Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena je raznolikost morfoloških svojstava značajnih za tehnologiju proizvodnje kao što su bujnost i habitus stabla, ali i tržišno značajnih svojstava kao što su osnovni oblik i boja ploda. Najveći broj istraživanih genotipova je vrlo slabe i srednje bujnosti te raširenog i visećeg habitusa. Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je koničan i obrnuto elipsoidan osnovni oblik ploda, žutozelena osnovna boja ploda, srednja prekrivenost površine ploda dopunskom bojom, crvena i narančastocrvena nijansa dopunske boje i srednji intenzitet dopunske boje ploda. Utvrđena je i raznolikost u pogledu fenoloških opažanja i dozrijevanja plodova. Najveći broj jedinstvenih genotipova je srednje kasnog vremena cvatnje s prosječnim vremenom trajanja cvatnje od 15 do 23 dana. Najviše genotipova dozrijeva u listopadu što pripada kategoriji kasnih sorti. Utvrđeno je kako standardne sorte imaju veću masu ploda u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove jabuke, ali i između jedinstvenih genotipova ima izuzetaka koji po masi ploda mogu konkurirati standardnim sortama, a masa ploda predstavlja značajno tržišno svojstvo. Također je utvrđeno da jedinstveni tradicionalni genotipovi imaju veću tvrdoću ploda i da sadrže veći udio topljive suhe tvari u odnosu na standardne sorte što im daje prednost u pogledu manipulacije, transporta i skladištenja plodova, ali predstavljaju i potencijal za preradu.

Pomološka karakterizacija istraživane germplazme jabuke ukazuje kako pojedini jedinstveni tradicionalni genotipovi sadrže vrijedna pomološka i fizikalno – kemijska svojstva, te imaju potencijal za uvođenje u uzgoj kako bi doprinijeli poboljšanju raznolikosti sortimenta jabuke, Temeljem dobivenih rezultata identificirani su sinonimi, procijenjena je prikladnost tradicionalnih genotipova za daljnju znanstvenu evaluaciju, a spoznaja o podrijetlu odabranih primki od osobitog je značaja za buduće oplemenjivačke aktivnosti.

Ključne riječi: *Malus domestica* Borkh.; SSR biljezi; SNP-ovi; deskriptori; svojstva; kolekcija *ex situ*; raznolikost

EXTENDED ABSTRACT

GENETIC AND PHENOTYPIC VARIABILITY OF CROATIAN APPLE GERMPLASM

In modern apple production, a few, mostly newer standard cultivars make up the majority of commercial cultivation. Although traditional cultivars are more numerous, they account for only a small proportion of total apple production. Traditional cultivars of fruit species are a valuable asset and natural heritage of each country and are important for economic, agronomic, biological and health reasons.

A total of 169 traditional apple accessions and 11 standard cultivars (cultivars with the highest production and utilisation value) were examined, which are part of the largest Croatian *ex situ* apple collection. The collection orchard is located in Donja Zelina (45°55'12" N 16°14'42" E) as part of the experimental area of the Croatian Agency for Agriculture and Food, the Centre for Fruit and Vegetable Crops. The collected accessions originate mainly from the continental part of Croatia from private amateur collections and partly from older plantations and homesteads, and to a lesser extent from nurseries (cultivars cancelled from the list of fruit cultivars). The collected genotypes were grafted onto the vegetative rootstock MM 106, and four seedlings per accession were produced and planted in the collection orchard in the period from 2013 to 2017. The accessions were registered in the Croatian Plant Genetic Resources Database.

Leaf samples for genetic analysis were taken from one tree of each accession at the beginning of the growing season. DNA extraction was performed for each leaf sample. Reference genotypes (Worcester Pearmain, M9, M27, Michelin, Fiesta and Robusta 5) were included in the genotyping of the analysed germplasm to compare the data distribution. Twelve (12) microsatellite markers (SSR) from the East Malling Research Genotyping Set of the National Institute of Agricultural Botany (NIAB) were used to analyse the samples. A profile with all markers was created for each sample. Data were generated using an Applied Biosystems 3110 Prism Genetic Analyzer and analysed using the GENESCAN and GENOTYPER software applications (Applied Biosystems). Allele sizes estimated by the software were rounded to a whole number and adjusted according to the profiles of the included standards. The profiles of all samples were compared with corresponding international databases containing profiles of more than 2000 apple samples from the National Fruit Collection in Brogdale (Kent), the Tamar Valley (TV) Collection (Devon) and the Irish Seed Savers Association (ISSA) Collection (Ireland). A more detailed analysis of some of the previously identified sample groups and investigations on identity, variability and genetic structure were carried out using high-resolution markers (Axiom® Apple 480 K SNP array) (Bianco et al., 2016).

Morphological description was performed according to standard protocols and descriptors: CPVO (Community Plant Variety Office) Protocol for Distinctness, Uniformity and Stability Tests CPVO-TP/14/2 and ECPGR (European Cooperative Programme on Plant Genetic Resources) Characterisation and Evaluation Descriptors for Apple Genetic Resources. Based on the above protocols, phenotypic characteristics were determined by visual assessment of each organ: stem (vigour, growth type, growth habit), annual shoots (thickness, length, colour, pubescence, lenticels), leaf (length, width, length/width ratio, colour, leaf margin notches, pubescence), flower (colour, petal arrangement, pistil position in relation to stamens) and fruit (shape, colour, calyx, lenticels, etc.).

The phenological observations included the determination of the flowering stages according to the BBCH scale (Phenological growth stages and identification key of pome fruit) with the aim of creating a flowering phenogram (Growth stages of monocotyledonous and dicotyledonous plants, BBCH monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2nd edition, 2001) and determining the optimum harvest date.

The fruits of the studied genotypes were harvested at the optimal harvest time, and the analyses of pomological and physicochemical properties were performed on an average sample of 10-30 fruits per genotype in the laboratory of the Centre for Fruit and Vegetable Crops according to the methods of Skendrović Babojelić and Fruk (2016).

The pomological analyses of the fruits included the determination of fruit weight (laboratory scale, g), fruit dimensions - height and width of the fruit (calliper mm), fruit shape index (ratio of height and width of the fruit) and length and thickness of the stem (calliper mm).

The physico-chemical analyses of the fruit included the determination of the fruit firmness (penetrometer, kg/cm²) and the basic chemical composition (soluble solids content (refractometer, °Brix), total acids (titrator, %), ratio of soluble solids content to total acids and pH value (pH meter).

The data obtained from the genetic and pomological, i.e. physico-chemical analyses, were statistically evaluated.

In this study, genetic analyses were used to determine the true identity of a large number of apple accessions. The low resolution markers (SSR) used in the analyses revealed the existence of 59 unique traditional genotypes, and by using high resolution markers (SNP) for additional analyses of 23 selected traditional genotypes, the existence of 19 unique traditional genotypes was confirmed. The results of the study show that Croatian apple germplasm contains 55 unique traditional genotypes that are not found in other international collections and databases. The study revealed that there are 55 redundancies in the Croatian national apple germplasm bank in the form of synonyms and duplicates. Based on SSR and SNP analyses, the ploidy of the investigated genotypes was determined.

After analyses of the pomological and physico-chemical properties of the fruits, significant differences were found between the unique traditional genotypes studied and the standard cultivars. It was found that the standard cultivars have a higher fruit mass compared to the unique traditional apple genotypes, while the unique traditional genotypes have a higher fruit firmness and soluble solids content compared to the standard cultivars.

Unique traditional genotypes exhibit diversity in morphological traits that are important for production technology, but also in market-relevant traits, as well as diversity in terms of phenological observations and fruit ripening.

Certain unique traditional genotypes could be reintroduced into cultivation to improve the diversity of apple assortments. The results obtained indicate that the apple germplasm studied contains valuable traits for possible future breeding programmes.

Keywords: *Malus domestica*; SSR markers; SNPs; descriptors; properties; *ex situ* collection; diversity

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Hipoteze i ciljevi	3
2. PREGLED RELEVANTNE LITERATURE	4
2.1. Botanička pripadnost jabuke	5
2.2. Proizvodnja jabuke u svijetu i Hrvatskoj	5
2.3. Porijeklo i povijest hrvatske germplazme jabuke	6
2.4. Genetička identifikacija	11
2.4.1. Uporaba SSR (engl. <i>simple sequence repeats</i>) biljega u istraživanju germplazme jabuke	11
2.4.2. Primjena sustava biljega koji koriste analizu jednonukleotidnih polimorfizama (SNP) u istraživanju germplazme jabuke	15
2.5. Značaj procjene fenotipskih svojstava u istraživanju germplazme jabuke	17
3. MATERIJAL I METODE RADA	27
3.1. Objekt istraživanja	27
3.2. Genetičke analize	28
3.2.1. Biljni materijal	28
3.2.2. SSR (engl. <i>Simple sequence repeats</i>) genotipizacija	29
3.2.3. SNP (engl. <i>Single nucleotide polymorphism</i>) genotipizacija	29
3.3. Fenotipske analize	31
3.3.1. Istraživane sorte i genotipovi	31
3.3.2. Morfološke analize	32
3.3.3. Fenološka opažanja	34
3.3.4. Analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava	36
3.4. Statistička analiza i statističke metode	41
3.4.1. Biostatističke analize molekularnih podataka	41
3.4.2. Analiza podataka pomoloških i fizikalno – kemijskih svojstava ploda	43
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	45
4.1. Analize molekularnih podataka	45
4.1.1. Identifikacija viškova u kolekciji	45
4.1.2. Genetički identitet i rekonstrukcija pedigrea (SNP)	54
4.2. Analize fenotipskih podataka	56
4.2.1. Morfološka svojstva	56

4.2.2. Fenološka opažanja	72
4.2.3. Analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava	80
5. RASPRAVA	100
5.1. Analize molekularnih podataka.....	100
5.1.1. Identifikacija viškova u kolekciji	100
5.1.2. Genetički identitet i rekonstrukcija pedigrea (SNP).....	104
5.2. Analize fenotipskih podataka	106
5.2.1. Morfološke analize	106
5.2.2. Fenološka opažanja	112
5.2.3. Analize pomoloških i fizikalno - kemijskih svojstava	114
6. ZAKLJUČCI	124
7. POPIS LITERATURE	126
8. ŽIVOTOPIS AUTORA	142
9. PRILOZI	144
Prilog 1. Popis svih analiziranih sorti	144
Prilog 2. Popis jedinstvenih tradicionalnih genotipova i potvrđenih sorti	146
Prilog 3. Delta K vrijednost iz analize strukture temeljena na SSR podacima dobivenim na 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti	149
Prilog 4. Popis primki koje su analizirane biljezima visoke rezolucije (SNP)	165
Prilog 5. Morfološki opis jedinstvenih tradicionalnih genotipova korištenjem CPVO protokola	166
Prilog 6. Genetički profili svih analiziranih tradicionalnih genotipova jabuke i standardnih sorti upotrebom 12 SSR biljega.....	214

POPIS KRATICA

AMOVA - Analiza molekularne varijance

ANOVA - Analiza varijance

BAF - dijagram učestalosti alela B

BBCH - Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und CHemische Industrie;
međunarodni sustav za opisivanje fenoloških faza rasta biljaka

CPGRD - Croatian Plant Genetic Resources Database; Hrvatska baza podataka o biljnim
genetskim izvorima

CPVO - Community Plant Variety Office

DCD - development and cell death domain

DNA - deoxyribonucleic acid

DZS - Državni zavod za statistiku

ECPGR - European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources

FCA - Factorial Correspondence Analysis

GC - Genetic cluster

GWAS - Genome Wide Association Studies

IBD - Identity by descent

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources

ISSA - Irish Seed Savers Association

LD - Linkage disequilibrium

MEGA - Molecular Evolutionary Genetics Analysis

MLMM - multi-locus mixed model

MUNQ code - Malus Unique Genotype code

NIAB EMR – National Institute of Agricultural Botany, East Malling Research Station

PCA - Principal Component Analysis; analiza glavnih komponenti

PCR - Polymerase Chain Reaction; lančana reakcija polimerazom

PI_HAT - Postotak identiteta po podrijetlu (Identity by Descent - IBD) između dvije jedinke

QTL - Quantitative Trait Nucleotides; kvantitativna svojstva nukleotida

RPP - Rekonstruirana panmiksijska populacije

SBM - Silica bead method

SEM - standardna pogreška srednje vrijednosti

SNP - single nucleotide polymorphism

SPAGeDI - Spatial Pattern Analysis of Genetic Diversity

SSR - simple sequence repeats

TIR-NBS-LRR - Toll-Interleukin-like Receptor, Nucleotide-Binding Site, Leucine-Rich Repeat

TV - Tamar Valley, National Fruit Collection at Brogdale

UPGMA - Unweighted pair-group method using arithmetic average

UPOV - International Union for the Protection of New Varieties of Plants

ΔK - Promjena specifičnog koeficijenta ekstinkcije

POPIS TABLICA

Tablica 1. Sekvence početnica 12 mikrosatelitnih (SSR) biljega korištenih u genetičkoj analizi

Tablica 2. Modificirana skala za određivanje vremena cvatnje istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke

Tablica 3. Modificirana skala za vrijeme dozrijevanja ploda istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke

Tablica 4. Popis sinonima i duplikata

Tablica 5. Broj detektiranih alela, broj učinkovitih alela i genetička raznolikost izračunati za 114 neredundantnih primki jabuke i 11 standardnih sorti, koji se čuvaju u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke.

Tablica 6. Fenološke faze cvatnje istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke po godinama (2021., 2022., 2023.) i prosječno trajanje cvatnje u danima

Tablica 7. Fenogram cvatnje istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke u kolekcijskom nasadu Donja Zelina

Tablica 8. Prikaz istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke prema vremenu dozrijevanja

Tablica 9. Vrijeme dozrijevanja jedinstvenih genotipova jabuke u kolekcijskom nasadu Donja Zelina

Tablica 10. Pomološka svojstva istraživanih standardnih sorti jabuka.

Tablica 11. Pomološka svojstva istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

Tablica 12. Fizikalno - kemijska svojstva istraživanih standardnih sorti jabuke

Tablica 13. Fizikalno - kemijska svojstva istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Proizvodnja jabuke u RH u razdoblju od 2020. do 2024.

Grafikon 2. Dijagram delta K vrijednosti iz analize strukture temeljene na SSR podacima dobivenim na 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti, čuvanih u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke. Plava linija predstavlja izračunate Delta K vrijednosti za svaki K, dok crvena okomita linija označava optimalan broj klastera ($K = 2$), koji odgovara najvišoj Delta K vrijednosti.

Grafikon 3. a i b Dijagrami generirani korištenjem axiomFP.py: (a) Dijagram koji prikazuje tri vrha koji pokazuju diploidno stanje jedinstvenog tradicionalnog genotipa 'Tvrdika'; (b) dijagram koji prikazuje četiri vrha koji pokazuju triploidno stanje jedinstvenog tradicionalnog genotipa 'Orahovačka'.

POPIS SLIKA

Slika 1. *Ex situ* kolekcijski nasad tradicionalnih sorti jabuke u sklopu pokušališta HAPIH-a u Donjoj Zelini

Slika 2. a i b Prikupljanje uzoraka listova za genetičke analize u kolekcijskom nasadu Donja Zelina

Slika 3. Priprema plodova za morfološke, pomološke i fizikalno-kemijske analize

Slika 4. Digitalna analitička vaga (Adventurer Pro AV812, OHAUS Corporation, Parsippany, NJ, SAD)

Slika 5. Digitalno pomično mjerilo (Mitutoyo, Kawasaki-shi, Japan)

Slika 6. Digitalni penetrometar (TR Turoni, Forli, Italija)

Slika 7. Digitalni refraktometar (ATAGO PAL-1, Minato, Tokio, Japan)

Slika 8. Titrator EasyPlus (Mettler Toledo, Columbus, OH, SAD)

Slika 9. UPGMA analiza klastera temeljena na polimorfizmima SSR podataka za 169 primki jabuke i 11 standardnih sorti, održavanih u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke, korištenjem Jaccardovog koeficijenta sličnosti

Slika 10. Stupčasti dijagram rezultata četiri ($K = 2$, $K = 4$, $K = 7$ i $K = 9$) Bayesovske analize genetičke strukture 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti, održavanih u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke

Slika 11. Faktorska korespondentna analiza (FCA) SSR podataka za dva definirana genetička klastera izračunata korištenjem Structure (Pritchard et al., 2020.) (u analize su uključene samo primke s vjerojatnošću pripadnosti pojedinačnom GC-u iznad 80 %)

Slika 12. Usporedba prosječnih vrijednosti pomoloških svojstava između standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

Slika 13. Usporedba prosječnih vrijednosti fizikalno – kemijskih svojstava između standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

Slika 14. Eigenvrijednosti jedanaest glavnih komponenti (PC) na temelju 11 pomoloških i fizikalno – kemijskih svojstava utvrđenih na istraživanih 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke i 11 standardnih sorti

Slika 15. PCA biplot (prve dvije glavne komponente) na temelju 11 pomoloških i fizikalno – kemijskih svojstava utvrđenih na istraživanih 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke i 11 standardnih sorti

POPIS PRILOGA

Prilog 2. Popis svih analiziranih sorti

Prilog 2. Popis jedinstvenih tradicionalnih genotipova i potvrđenih sorti

Prilog 3. Delta K vrijednost iz analize strukture temeljena na SSR podacima dobivenim na 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti

Prilog 4. Popis sorti koje su analizirane biljezima visoke rezolucije (SNP)

Prilog 5. Morfološki opis sorti korištenjem CPVO protokola

Prilog 6. Genetički profili svih analiziranih genotipova jabuke upotrebom 12 SSR biljega

1. UVOD

Jabuka je najraširenija voćna vrsta umjerene klime. Komercijalni uzgoj jabuke temelji se na malom broju globalno rasprostranjenih sorti, no prirodna raznolikost je mnogo veća te se procjenjuje da postoji više od 10 000 dokumentiranih sorti (Barić i sur., 2020). Učestala uporaba ograničenih i srodnih sorti, u kombinaciji s vegetativnim umnažanjem temeljenim na cijepljenju, smanjila je genetičku raznolikost jabuka zbog čega se mnoge zanimljive i dobro prilagođene tradicionalne i lokalne sorte, koje su se smatrale zastarjelima, više nisu uzgajale i djelomično su izgubljene. Konstantni zahtjevi potrošača za većom raznolikošću ponuđenih sorti jabuke predstavljaju izazov za oplemenjivače u smislu proširenja postojećeg sortimenta novim sortama. Pouzdan izvor materijala za oplemenjivanje, odnosno obogaćivanje postojećeg sortimenta predstavljaju tradicionalne sorte jabuke. Biološka raznolikost ima presudnu ulogu jer pruža rezervoar genetičkih svojstava koja se mogu koristiti u oplemenjivačkim programima, a prije svega u cilju poboljšanja kvalitete i otpornosti plodova. Očuvanje i uporaba biljnih genetičkih izvora u poljoprivredi dobiva sve veću pozornost u posljednjih nekoliko desetljeća te je u fokusu razvoja održive proizvodnje hrane (Meland i sur., 2022). Podaci o morfologiji i genetičkoj strukturi jabuke pružaju značajnu pomoć u održavanju germplazme i odabiru prikladnog materijala za selekciju vrhunskih sorti (Ganopoulos i sur., 2017). Pojedine tradicionalne sorte jabuke odlikuju se pozitivnim morfološkim i pomološkim svojstvima, manjim zahtjevima za uporabu kemijskih sredstava tijekom uzgoja i većim udjelom biološki aktivnih spojeva uz bolju senzornu prihvatljivost u odnosu na komercijalne sorte. Važno je utvrditi pomološka i fizikalno-kemijska svojstva jer su ona značajan čimbenik u procjeni kvalitete i tržišne vrijednosti plodova jabuke (Skendrović Babojelić i sur., 2019.). Vanjski parametri kvalitete ploda (veličina, boja i oblik) te unutarnja kvaliteta ploda (topljiva suha tvar, okus i tekstura) glavni su čimbenici koji utječu na prihvaćenost ploda jabuke od strane potrošača (Brown i Maloney, 2003; Musacchi i Serra, 2018). Veličina ploda prvenstveno je sortno svojstvo, a djelomice je rezultat tehnologije uzgoja i agro-ekoloških uvjeta (Milinović i sur., 2017). Plod jabuke bogat je esencijalnim hranjivim tvarima, uključujući dijetalna vlakna, vitamine i minerale. Izvor je značajnih količina vitamina C, koji je ključan za imunološki sustav i zdravlje kože, te dijetalnih vlakana, koja poboljšavaju probavu i kardiovaskularno zdravlje (Kalinowska i sur., 2014; Siekierzyńska i sur., 2021; Chen i sur., 2024). Tradicionalne sorte jabuke bogate su polifenolima i imaju visoku antioksidacijsku aktivnost, čak i veću od standardnih sorti (Lončarić i sur., 2019). Hrvatska ima dugu tradiciju proizvodnje voća u kojoj tradicionalne sorte jabuke zauzimaju značajno mjesto (Čiček i sur., 2017). Tradicionalne sorte predstavljaju autohtone sorte nastale prirodnom ili ljudskom selekcijom odnosno sorte koje su

introducirane prije mnogo godina i udomaćene na nekom području gdje se već tradicionalno uzgajaju dulji niz godina (Skendrović Babojelić, 2023). Veliki broj tradicionalnih sorti voćnih vrsta, pa tako i jabuke, često uz glavni naziv ima i druge obično lokalne nazive, odnosno sinonime. Uglavnom je riječ o prilično starim sortama koje se uzgajaju na istom području već dugi niz godina pa se smatra da neke od njih potječu iz tog područja jer se izgubio trag o njihovom stvarnom podrijetlu (Čiček i sur., 2014). Zbog sličnosti između pojedinih sorti često dolazi do korištenja netočnih naziva, što stvara problem prilikom identifikacije sorti. Za rješavanje navedenog problema provode se morfološki opisi prema standardnim protokolima i deskriptorima. Na temelju spomenutih protokola, vizualnom procjenom pojedinih organa utvrđuju se fenotipska svojstva. U novije vrijeme molekularne metode postale su standardno sredstvo za karakterizaciju raznolikosti sorti jabuke (Gaši, 2010). Ove metode se oslanjaju na izravnu analizu DNA koja se može izolirati iz biljnog tkiva neovisno o fenološkom stadiju stabla, a na koju ne utječu okolišni čimbenici (Barić i sur., 2020). Mikrosatelitni biljezi (engl. *microsatellite markers*) su se pokazali korisnim za identifikaciju sinonima, homonima i duplikata, ali primjena sustava biljega koji koriste analizu jednonukleotidnih polimorfizama (engl. *single nucleotide polymorphism* – SNP) postaje sve učestalija zbog njihove visoke rezolucije koja omogućava genetičko mapiranje, analize genomske asocijacije i rekonstrukciju pedigree mreža (Bianco et al., 2016; Howard et al., 2021). Uz analizu DNA i genetičku identifikaciju važno je istovremeno pratiti i opise prema deskriptorima kao i slikovit prikaz sorti zbog što jednostavnije i točnije determinacije. Za potvrđivanje identiteta sorti veliku važnost ima i postojanje kolekcijskih nasada koji mogu poslužiti za usporedbe i determinaciju sorti, dok je njihova primarna svrha očuvanje vrijednog genetičkog materijala. U novije vrijeme prepoznata je važnost postojanja kolekcijskih nasada pa danas u Hrvatskoj postoje dvije službene i jedna sigurnosna kolekcija sorti kontinentalnih voćnih vrsta (u kojima se nalaze i primke jabuke) pod skrbi državnih institucija. Njihove su primke upisane u Hrvatsku bazu podataka o biljnim genetskim izvorima (CPGRD, *Croatian Plant Genetic Resources Database*). Službeni kolekcijski nasadi nalaze se pri Hrvatskoj agenciji za poljoprivredu i hranu, Centar za voćarstvo i povrćarstvo, Pokušalište Donja Zelina (tradicionalne i autohtone sorte 11 kontinentalnih voćnih vrsta) te pri Sveučilištu u Zagrebu Agronomskom fakultetu na Zavodu za voćarstvo, Pokušalište Šaštinovečki Lug (tradicionalne i autohtone sorte jabuke). Na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Pokušalište Klisa nalazi se sigurnosna kolekcija tradicionalnih i autohtonih sorti kontinentalnih voćnih vrsta.

Tradicionalne sorte potencijalno mogu imati veliko značenje u proširenju bioraznolikosti sortimenta jabuke stoga je neophodno sustavno istražiti autohtonu germplazmu jabuke u Hrvatskoj iz razloga što ista do sada nije bila adekvatno istražena.

1.1. Hipoteze i ciljevi

Hipoteze:

1. Unutar hrvatske germplazme jabuke postoje jedinstveni genotipovi koji do sada nisu evidentirani u referentnim, molekularnim bazama
2. Pojedini tradicionalni genotipovi jabuke imaju veću masu i veću tvrdoću ploda u odnosu na standardne sorte
3. Plodovi pojedinih tradicionalnih genotipova jabuke sadrže veći udio topljive suhe tvari u odnosu na standardne sorte

Ciljevi:

1. Izvršiti genetičku karakterizaciju tradicionalnih i standardnih genotipova jabuke i utvrditi postojanje jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke koji do sada nisu evidentirani u referentnim, molekularnim bazama
2. Utvrditi te usporediti masu i tvrdoću ploda jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke
3. Utvrditi te usporediti udio topljive suhe tvari u plodovima jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke

2. PREGLED RELEVANTNE LITERATURE

Na globalnoj razini jabuka je ekonomski i kulturološki jedna od najvažnijih voćnih vrsta (Chen i sur., 2021) i nalazi se na gotovo svim kontinentima svijeta (Butiuc-Keul i sur., 2019). Istaknuto mjesto jabuke u svjetskoj voćarskoj proizvodnji posljedica je njene velike sposobnosti prilagodbe, značajne kvalitete i mogućnosti korištenja plodova u svježem stanju tijekom cijele godine (Mišić, 2004). Jabuke su stoljećima osnovna namirnica u prehrani, a osim za stolnu upotrebu mogu se konzumirati u različitim oblicima, pa se plodovi jabuke; mogu sušiti ili preraditi u sok, pekmez, kompot, vino, ocat, rakiju i slično (Milošević, 1997; Mierczak i sur., 2024), što dodatno pridaje važnost jabuci kao vrlo vrijednoj sirovini. Jabuke su bogate bioaktivnim spojevima, vitaminima, mineralima i dijetalnim vlaknima te imaju brojne zdravstvene prednosti, a osim toga pružaju siguran, ekonomski prihvatljiv i lako dostupan način dobivanja esencijalnih hranjivih tvari poput vitamina C, kvercetina, brojnih antioksidansa i pektina (Mierczak i sur., 2024).

Dugogodišnjim selekcijskim radom u svijetu je stvoren i opisan velik broj različitih sorti jabuka (preko 10 000), koje se više ili manje razlikuju u morfološkim, fizikalno - kemijskim, organoleptičkim i drugim svojstvima (Gliha, 1978), a samo nekoliko njih dominira u komercijalnim nasadima jabuke (Meland i sur., 2024). Suvremeni uzgoj jabuke ograničen je na blisko srodne sorte, a četiri od njih, 'Golden Delicious', 'Gala', 'Red Delicious' i 'Idared' čine 48 % globalne proizvodnje (Marconi i sur., 2018). Primjerice oko 30 sorti čini glavninu komercijalnog uzgoja jabuke u Njemačkoj (BLE, 2023; BZL, 2024).

U suvremenoj proizvodnji, novi nasadi jabuke osnivaju se s nekoliko standardnih sorti koje pružaju visoke i redovite prirode te visokokvalitetne plodove koji udovoljavaju zahtjevima tržišta (Božović i sur., 2015). U usporedbi sa standardnim i novijim sortama jabuke, tradicionalne sorte su raznolikije, imaju širok raspon redoslijeda dozrijevanja, dulji životni vijek, otpornije su na biotske i abiotske čimbenike, uključujući mraz, snijeg, sušu, štetnike i patogene (Ercisli 2004; Zovko i sur. 2010) te predstavljaju značajan izvor sirovine za prerađivačku industriju.

Dominacija svjetske proizvodnje jabuke s nekoliko sorti stvara efekt uskog grla, a germplazma jabuke može se nepovratno izgubiti. Stoga je potrebno poduzeti mjere kako bi se spriječio daljnji gubitak genotipova koji posjeduju vrijedne gene (Ercisli 2004; Mratinić i Fotirić-Akšić 2012).

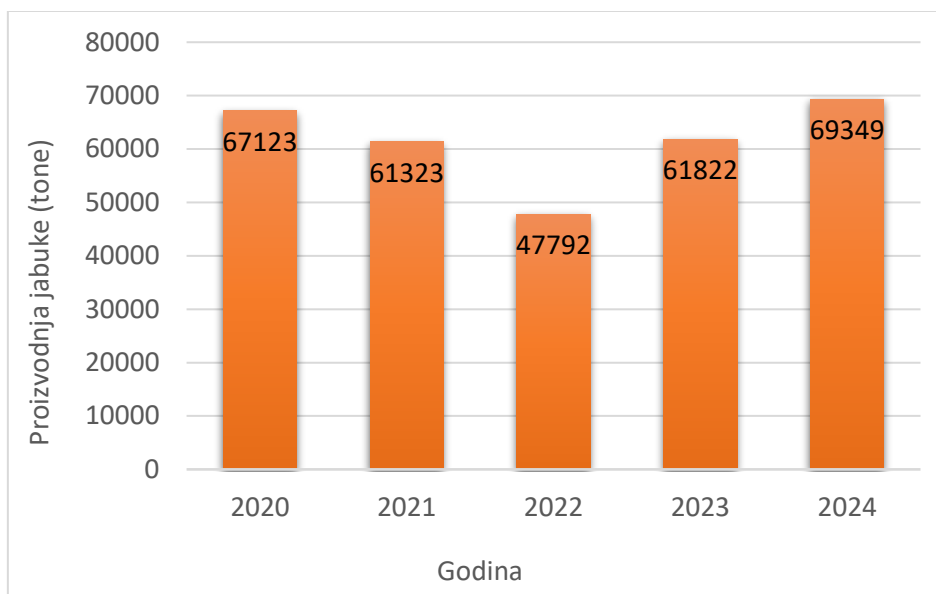
2.1. Botanička pripadnost jabuke

Jabuka (*Malus domestica* Borkh.) je voćna vrsta koja pripada Odjelu Magnoliophyta, Razredu Magnoliatae, Podrazredu Rosoidae, Porodici Rosaceae, Potporodici Maloideae i rodu *Malus* koji obuhvaća 5 sekcija: *Eumalus*, *Sorbomalus*, *Chloromeles*, *Eriolobus* i *Docynopsis*. Unutar sekcija nalazi se 33 različitih vrsta roda *Malus* od kojih samo neke po biološkim svojstvima imaju određeno poljoprivredno, odnosno gospodarsko značenje (Miljković, 2021). Rod *Malus* karakterizira velika raznolikost koja je rezultat akumulacije somatskih mutacija i potaknuta ljudskim aktivnostima tijekom duge povijesti uzgoja, umjetnog križanja i transporta u udaljena staništa (Muzher i sur., 2007). Osnovni (haploidni) broj kromosoma kod jabuke iznosi $n = 17$, a najviše sorti čine diploidi ($2n = 34$), a zatim triploidi ($3n = 51$).

2.2. Proizvodnja jabuke u svijetu i Hrvatskoj

Jabuka u svjetskoj proizvodnji zauzima treće mjesto iza banane i agruma. Dobro se prilagođava različitim ekološkim uvjetima proizvodnih prostora. Kina je najveći proizvođač jabuke na svijetu, a uz Kinu najveći proizvođači jabuke u Aziji su Turska, Iran i Indija. Na području Sjeverne Amerike najveći proizvođač su Sjedinjene Američke Države. U Južnoj Americi najveći proizvođači su Brazil, Čile i Argentina. Na području Europe, najviše jabuke proizvodi se u Poljskoj, Italiji, Francuskoj, Ruskoj Federaciji i Njemačkoj (Miljković, 2021). Iako Hrvatska ima vrlo povoljne ekološke uvjete za uzgoj i proizvodnju visoko kvalitetnih plodova jabuke, proizvodnja jabuke u Hrvatskoj znatno varira posljednjih godina zbog utjecaja ekstremnih vremenskih prilika (proljetni mraz, visoke temperature, suša, tuča i druge) te u prosjeku iznosi nešto više od 60 000 tona (Grafikon 1.). Od ukupne proizvodnje više od 97 % otpada na intenzivnu proizvodnju plodova za tržište, a nešto manje od 3 % je ekstenzivna proizvodnja pretežno za vlastite potrebe (DZS, 2024). Glavna proizvodna područja kvalitetne jabuke u Hrvatskoj su Međimurje, Hrvatsko zagorje, Gornja Podravina, Prigorje, Žumberak, Moslavina, južni obronci Bilogore, zapadna i srednja Slavonija, a naročito obronci Papuka, Psunja, Požeške gore, Krndije i Dilja, zatim dio slavonske Podravine i Posavine, manji dio Korduna, Banovine, Like, uzdignuti položaji Đakovačkih, Erdutskih, Vinkovačkih i Vukovarskih lesnih ravnjaka.

Grafikon 1. Proizvodnja jabuke u RH u razdoblju od 2020. do 2024.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, 2024.

U 2023. godini voćnjaci su se u Hrvatskoj rasprostirali na 37 939 ha i proizvedeno je 127 441,15 tona voća. Promatrano po površini intenzivnih nasada, najveće površine nalaze se pod nasadima lijeske (24,6 % od ukupne površine) i oraha (24,4 %), međutim po proizvedenoj količini u strukturi proizvodnje voća dominira jabuka (47,7 %) i mandarina (33,7 %) od ukupno proizvedenog voća u 2023. U usporedbi s 2022., povećana je proizvodnja jabuke za 29,4 % i mandarine za 3,9 %, dok sve ostale vrste voća bilježe pad proizvodnje (Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede 2023., Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, Zagreb 2024.).

2.3. Porijeklo i povijest hrvatske germplazme jabuke

U srednjem vijeku su za uvođenje novih vrsta i sorti voćaka bili najzaslužniji samostani koji su dugo bili jedina škola gdje je narod mogao naučiti razmnažati i uzgajati jabuku. Među njima se posebno isticao samostanski red Pavlina koji su u srednjem vijeku osnivali rasadnike i podizali voćnjake. U doba turske vladavine našim krajevima Turci su promicali voćarstvo. Veliki značaj za razvoj voćarstva u Dalmaciji su imali Mlečani. Na strukturu hrvatskog sortimenta jabuke i tehnologiju njezina uzgoja dominantan utjecaj uslijedio je sa sjevera i zapada ulaskom u granice Austro - Ugarskog carstva. Carica Marija Terezija posebno se zauzimala za unaprjeđenje voćarstva u Hrvatskoj. Početkom 19. stoljeća u Hrvatskoj se u

program narodnih škola uvodi predmet voćarstvo, kao sastavni dio prirodoslovlja. U gimnazijskim udžbenicima iz 1840. i 1850. opisuje se jabuka i spominju njezine mnogobrojne sorte. U promicanju voćarstva također značajno sudjeluju voćarske udruge, kao Hrvatsko-slavonsko gospodarsko društvo u Zagrebu i Osijeku, zatim Gospodarski list utemeljen 1842. godine (Miljković, 2017; Miljković, 2021). Veliki doprinos širenju uzgoja jabuke u Hrvatskoj dalo je i Kraljevsko gospodarsko šumarsko učilište iz Križevaca (osnovano 1860.) s pokusnim voćnjakom od 113 sorti jabuke. Slične uloge imale su i škole u Požegi (osnovana 1884.), Petrinji (1892.) i Iloku (1899.) te brojna vlastelinstva. Razvoj kulture jabuke u Hrvatskoj počeo je znatno ranije na vlastelinskim imanjima, kao što je gospodarstvo u Božjakovini, od 1206. i vlastelinstvo Kutjevo od 1232. godine. Posebno mjesto pripada vlastelinstvu u Kutjevu, na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće kada njime upravlja obitelj Turković i kada se podiže kolekcija od 210 sorti jabuke i novi rasadnik na 13 ha, te suvremeni nasadi jabuke na preko 150 ha.

Antun Trumer, s Gospodarsko šumarskog učilišta u Križevcima, napisao je udžbenik Voćarstvo 1881. godine u kojemu daje opsežan pregled 85 sorti jabuke podijeljenih u nekoliko skupina. Istaknuti hrvatski prirodoslovac Mijo Kišpatić u knjizi „Iz bilinskoga svijeta“ (1885) opširno opisuje rasprostranjenost jabuke u Hrvatskoj, a Ivan pl. Radić u knjizi „Voćarstvo“ (1898) opisao je 88 sorti jabuke. Isti autor u knjizi „Voće i njegova upotreba“ objavljenoj u Zagrebu 1905. po prvi puta vrlo stručno obrađuje pomološke karakteristike glavnih sorti jabuke. Prvi sustavni popis naziva tradicionalnih sorti jabuka na području Hrvatske donosi 1879. godine Bogoslav Šulek. Budući da je u to djelo bila uvrštena fitonimijska građa s područja većine južnoslavenskih zemalja, on je to djelo nazvao *Jugoslavenski imenik bilja*. Osim novih biljnih imena koja su po pojedinim mjestima skupljali pojedini sabirači, on je bilježio i prikupljao i hrvatska biljna imena dotad zabilježena u objelodanjenim i rukopisnim djelima, pohranjenima bilo u domaćim bilo u inozemnim knjižnicama i arhivima. Za većinu biljnih imena ne navodi se mjesto u kojemu je dotično ime zabilježeno, nego se oznaka najčešće svodi na šira ili uža područja Hrvatske, kao što su Istra, Gorski kotar, križevačko, karlovačko, senjsko ili neko drugo područje, pa i na čitav prostor pojedinih zemalja od kojih se sastojala ondašnja Hrvatska, kao što su Hrvatska, Slavonija i Dalmacija, vrlo je teško odrediti zastupljenost određenoga imena na području cijele Hrvatske (Šugar, 2008). Na popisu sorti iz navedenog imenika nalazi se i 14 naziva koji su identični ili slični nazivima genotipova uključenim u ovo istraživanje ('Adamovčica', 'Blatnjača', 'Cigančica', 'Dugača', 'Elvanija', 'Klopčanka', 'Madofija', 'Muškateljka', 'Ribnjača', 'Ružmarinka', 'Slatčika', 'Srčika', 'Špiclin' i 'Trdika'). Radić (1898) u knjizi „Voćarstvo“ spominje sortu 'Srčiku', a u sljedećoj knjizi iz 1905. „Voće i njegova upotreba“ detaljno opisuje 'Srčiku'. Bubić (1952) u knjizi „Specijalno voćarstvo“ između ostalih navodi

nazive tri sorte koji su identični nazivima istraživanih genotipova u ovome radu ('Bihorka', 'Prijedorska zelenika' i 'Senabija'). Sortu 'Srčiku' spominje i Vitolović (1949) u svojoj knjizi „Specijalno voćarstvo“. U knjizi „Jugoslovenska pomologija“ autora Adamiča i sur. (1963) detaljno su pomološki opisane sorte 'Prijedorska zelenika', 'Ružmarinka' i 'Senabija' koje imaju identične nazive kao istraživani genotipovi u ovom radu. Josifović i sur. (1967 – 1973) u „Poljoprivrednoj enciklopediji“ spominju sorte 'Cigančicu' i 'Međimursku klopčenu'. U knjizi „Hrvatska povijesna fitonimija“ (Vajs, 2003) spominju se nazivi sorti jabuke 'Mandafija', 'Sinabija' i 'Srčika' koji su također sličnih ili identičnih naziva kao nazivi istraživanih genotipova. Što se tiče pomološke klasifikacije jabuke, u prošlosti se u Europi najviše koristila klasifikacija po E. Lukasu i A. F. Dielu koji su stare uglavnom europske sorte jabuka razvrstali prema svojstvima plodova u deset razreda, a razred Reneta dodatno u šest podrazreda (Radić, 1905; Bubić 1952; Josifović, 1967 - 1973):

I. Kalvili ili rebrače – plodovi su finog mekanog mesa, aromatični, imaju tanku i masnu kožicu, srednje veliki, obično su nepravilnog oblika, prema vrhu su konusni i imaju izražena rebra.

II. Zvečarke ili zveketuše – plodovi su izduženo okruglasti ili valjkasti, bez ili s laganim mirisom, kožica je glatka i sjajna, malo ili nimalo masna, svijetlozelena, žuta ili prugasta.

III. Zlatice, zlatače ili gulderinke – plodovi su različitog oblika, više-manje rebrasti, zlatnožuti s crvenilom na osunčanoj strani, meso je čvrsto i aromatično.

IV. Ružice – plodovi su srednje veliki, okruglasti, pravilni, s rebrima oko čaške, kožica je glatka i sjajna, aromatična, žuta, prelivena crvenilom ili crvenim prugama.

V. Golubnjače – plodovi su mali ili srednje veliki, izduženo jajasti, kožica je sjajna, nježna, može biti različite boje, meso je sočno, aromatično, bijelo i čvrsto.

VI. Funtače, funtenjače, ramburke ili ramburi – plodovi su vrlo veliki, asimetrični, mogu biti sa rebrima ili bez njih, kožica je glatka, sjajna i debela, meso je grubo, kiselo i bez arome.

VII. Renete ili carevke – su grupa najkvalitetnijih sorti, čiji su plodovi srednje veliki, meso je velike gustoće, čvrsto, finožrnato, odlične arome i slatko – kiselog okusa.

1. *Ramburaste renete ili carevke ramburke* – plodovi su veliki, jednobojni, nepravilnog oblika, više – manje rebrasti, plosnati.

2. *Jednobojne ili voštane renete (carevke), voskovače* – plodovi su srednje veliki ili veliki, pravilnog oblika, ponekad na osunčanoj strani mogu imati malo crvenila.

3. *Mašanke ili borsdorfske renete (carevke)* – plodovi su mali ili srednje veliki, okruglasti, plosnati, tupi i pravilni, kožica je žuta, na osunčanoj strani crvena ili prugasto crvena.

4. *Crvene renete (carevke)* – plodovi su okrugli, srednje veliki ili veliki, osnovna boja je zelena ili žuta, a dopunska tamnocrvena ili prugasto crvena, meso je žućkasto, čvrsto i vrlo aromatično.

5. *Sive renete (carevke) ili kožare* – plodovi su mali ili srednje veliki, iznimno veliki, okruglasti, kožica je djelomično ili potpuno prekrivena rđastom prevlakom.

6. *Zlatne renete (carevke)* – plodovi su srednje veliki, kožica je zlatnožuta sa dopunskom crvenom bojom ili crvenim prugama, rđasta oko peteljke i čaške.

VIII. Prugaste jabuke, šarenike ili strijekavke – plodovi su srednje veliki, obično okrugli ili jajasti, blago rebrasti, kožica je glatka, obično debela, prugasta, meso je sočno grubo zrnato, kiselkasto i bez arome.

IX. Šiljaste jabuke, šiljatice, šiljnjače ili čunjače – plodovi su šiljasti, zeleni ili žuti, na osunčanoj strani crvenkasti.

X. Plosnate jabuke, plosnače ili kolačaste jabuke – plodovi su plosnati, srednje veliki do veliki, kožica je glatka, jednoboja, bjelkastozelena, crvenkasta ili crvena, meso je bijelo ili zelenobijelo, tvrdo, slatko ili slatkokiselkasto i bez arome.

Sorte jabuke formirale su se u različitim klimatskim prilikama umjerene zone sjeverne hemisfere pa su njihovi odnosi prema toplini, vodi i svjetlosti različiti. Njihova biološka i ekološka prošlost očituje se još i danas. S obzirom na usporedbu svojstava i odnos prema ekološkim uvjetima u krajevima njihovog postanka sorte jabuke se prema porijeklu mogu podijeliti na tri grupe (Bubić, 1952):

Oceanske sorte – nastale su u blagoj humidnoj klimi, najmanje su otporne na niske zimske temperature i za uzgoj im je potrebno umjereno toplo i dovoljno vlažno ljeto.

Kontinentalne sorte – nastale su u hladnijim, kontinentalnim krajevima sjeveroistočne i srednje Europe, otpornije su na niske zimske temperature, a podnose i nižu vlažnost zraka i tla.

Submediteranske sorte – nastale su u brdskim krajevima, koji se odlikuju velikim kolebanjem temperature, podnose pomanjkanje vlažnosti i cvjetaju vrlo kasno.

U Hrvatskoj su u uzgoju najviše zastupljene sorte: 'Idared', 'Golden Delicious' i klonovi, noviji klonovi iz skupine 'Red Delicious', 'Jonagold' i njegovi klonovi, od kojih posebno 'Red

Jonaprince', zatim 'Braeburn' i neki njegovi klonovi, 'Granny Smith', 'Gala' i njezini klonovi, 'Fuji' i njegovi klonovi, a u manjoj mjeri 'Elstar', 'Topaz', 'Evelina' i druge. Od podloga se najviše upotrebljavaju podloge slabe bujnosti, odnosno M 9 i selekcijom izdvojeni klonovi M 9, a u manjoj mjeri upotrebljavaju se i podloge M 26 i MM 106. Sortiment je podložen promjenama, koje imaju ishodište u selekcijskom radu i dobivanju novih gospodarski boljih sorti, zatim zanimanju proizvođača i potrošača, kao i u odnosu na prirodne uvjete koji uz osnovna sortna obilježja pridonose poboljšanju kvalitete (Miljković, 2021).

Tijekom godina, razvoj intenzivnog voćarstva i preferiranje plodova ujednačenog oblika i veličine koji zadovoljavaju tržišne standarde potaknuli su postupnu zamjenu tradicionalnih sorti jabuke novim, poboljšanim sortama (Illiano i sur., 2022). U modernoj proizvodnji jabuke, novi nasadi jabuke se osnivaju s nekoliko standardnih sorti koje pružaju visoke i redovite prinose te visokokvalitetne plodove koji zadovoljavaju zahtjeve tržišta (Božović i sur., 2015). Za razliku od ovog malog broja, postoje mnoge tradicionalne sorte jabuke koje imaju širok raspon okusa, arome, sadržaja šećera i kiselina, kao i fenolnih spojeva (Hecke i sur., 2006).

U Hrvatskoj postoji velik broj autohtonih sorti, koje nisu formalno prošle posebnu proceduru priznavanja, kao što to nije bio slučaj ni u ostalim voćarskim zemljama (Miljković, 2021). Uglavnom je riječ o prilično starim sortama koje se uzgajaju na istom području već dugi niz godina pa se smatra da neke od njih potječu iz tog područja jer se izgubio trag o njihovom stvarnom podrijetlu (Čiček i sur., 2014). Iste sorte imaju različite nazive u različitim državama odnosno govornim područjima, tako da pojedine sorte imaju veliki broj sinonima. U voćarstvu često dolazi i do pojave homonima u nazivima sorti, odnosno više različitih sorti ima jedan naziv. Jedan od najpoznatijih primjera su sorte jabuke koje dozrijevaju oko blagdana Svetog Petra i Pavla, a u narodu se obično nazivaju 'Petrovače' (uglavnom se radi o sortama jabuke 'Bjeličnik', 'Starkova najranija', 'Close' i 'Mantet'). Zbog sličnosti između pojedinih sorti često dolazi do korištenja netočnih naziva sorti, a iz istog razloga se javlja problem ispravne identifikacije sorti. Poznati primjer je sorta 'Slavonska Srčika' koju se često zamjenjuje sa stranim sortama 'Zeleni Šetinec' i 'Zelena Kneževka' (Čiček i sur., 2022). Za rješavanje navedenog problema mogu poslužiti stare pomologije i atlasi koji su izrađeni vrlo kvalitetno s detaljnim opisima i slikama u boji, kao i povijesni zapisi o pojedinim sortama. U novije vrijeme morfološki opisi provode se prema standardnim protokolima i deskriptorima: CPVO (engl. *Community Plant Variety Office*) Protokol za testove različitosti, ujednačenosti i postojanosti (engl. *Protocol for distinctness, uniformity and stability tests*) CPVO-TP/14/2 (CPVO, 2006) i ECPGR (enlg. *European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*) deskriptor za karakterizaciju i procjenu genetičkih resursa jabuke (engl. *Characterization and Evaluation*

Descriptors for Apple Genetic Resources) (Lateur i sur., 2022). Na temelju spomenutih protokola, vizualnom procjenom pojedinih organa utvrđuju se fenotipska svojstva: stabla, jednogodišnjih izbojaka, lista, cvijeta i ploda (kod kojeg se opisuje najveći broj svojstava). Cice i sur. (2023) navode kako se korištenjem UPOV deskriptora može dobiti detaljna fenotipska karakterizacija te se ističu sličnosti i razlike između istraživanih sorti jabuke. Deskriptori se danas koriste kao službena metoda za opisivanje sorti voćnih vrsta, pa tako i jabuke. Za potvrđivanje identiteta sorti veliku važnost ima i postojanje kolekcijskih nasada koji mogu poslužiti za usporedbe i determinaciju sorti.

2.4. Genetička identifikacija

Genetička raznolikost kao i srodstveni odnosi između sorti utvrđuju se uporabom molekularnih biljega ili sekvenciranjem određenih ulomaka, odnosno cjelokupnog genoma. U tu je svrhu razvijeno mnoštvo različitih sustava biljega, a danas se najčešće koriste mikrosatelitni biljezi (engl. *microsatellite markers*) i biljezi SNP (engl. *single nucleotide polymorphism*; polimorfizam pojedinačnog nukleotida ili jednonukleotidni polimorfizam) (Šatović i sur., 2023).

2.4.1. Uporaba SSR (engl. *simple sequence repeats*) biljega u istraživanju germplazme jabuke

Mikrosatelitni biljezi ili ponavljajuće jednostavne sekvence temelje se na umnažanju kratkih ulomaka DNA u kojima se nalazi svojstveni ponavljajući motiv sastavljen obično od jednog do šest nukleotidnih baza (Šatović i sur., 2023). Uporaba mikrosatelita kao genskih biljega na rodu *Malus* započela je krajem devedesetih godina prošlog stoljeća. S obzirom da se radi o vrsti za koju do tada nisu postojale izolirane mikrosatelitske sekvence bila je neophodna *de novo* izolacija specifičnih mikrosatelitskih biljega za jabuku. Pojedini SSR lokusi mogu biti više ili manje korisni kao molekularni biljezi. Odabir lokusa se može obaviti temeljem informacija i rezultata prethodno objavljenih radova na istim ili srodnim vrstama, kao i korištenjem baza podataka koje sadrže podatke o mapiranim SSR lokusima za pojedine vrste (Gaši, 2010a).

Molekularne metode postale su standardno sredstvo za karakterizaciju raznolikosti sorti jabuke. Ove metode se oslanjaju na izravnu analizu DNA koja se može izolirati iz biljnog tkiva neovisno o fenološkom stadiju stabla i na koju ne utječu okolišni čimbenici (Barić i sur., 2020).

Isti autori su temeljem analize više od 1600 primki jabuke uzorkovanih u 37 javnih i privatnih kolekcija sorti u različitim europskim zemljama na 14 varijabilnih mikrosatelitskih lokusa dobili bazu podataka sa 600 molekularno - genetičkih profila. Ključni kriterij za uključivanje molekularno - genetičkog profila u referentnu bazu podataka bio je da barem dvije primke iste sorte različitog podrijetla daju identičan rezultat. Primke koje pripadaju u tih 570 sorti doista potječu iz dvije ili više različitih kolekcija, dok je 19 sorti dobiveno iz jedne kolekcije, ali su se sastojale od barem dvije primke različitog podrijetla. Jedanaest sorti uzorkovano je od jedne primke, međutim, u deset slučajeva njihovo dodjeljivanje određenoj sorti bilo je potkrijepljeno analizom podrijetla ili molekularno-genetičkim podacima dobivenim iz drugih istraživanja.

Gaši i sur. (2016) su za identifikaciju duplikata u kolekciji te procjenu genetičke raznolikosti i strukture germplazme jabuke pohranjene u Norveškoj koristili osam mikrosatelita u genetičkoj karakterizaciji 181 primke jabuke. Ukupno je identificirano 14 sinonima ili moguće pogrešno označenih primki, kao i nekoliko homonima i duplikata unutar i između analiziranih kolekcija. Dobivene informacije trebale bi doprinijeti boljem upravljanju očuvanom germplazmom. Bayesova analiza genetičke strukture otkrila je dva glavna klastera, jedan koji sadrži većinu stranih sorti, dok se drugi sastojao uglavnom od tradicionalnih skandinavskih sorti, ali i nekih genotipova vrlo otpornih na niske zimske temperature.

Marconi i sur. (2018) analizirali su uporabom 19 SSR lokusa 175 primki iz 10 kolekcijskih nasada jabuka, uglavnom lokalnih sorti, neke nepoznatog podrijetla te dobro poznatih modernih i tradicionalnih sorti. Uspjeli su identificirati 25 duplikata, 9 sinonima i 9 homonima, a čak 37 nepoznatih primki pripisano je poznatim lokalnim ili komercijalnim sortama. Unutar istraživanih kolekcijskih nasada ukupno 20 % primki su bili poliploidi. Utvrđeno je da su neki biljezi značajno korelirani s morfološkim svojstvima, a lokusi povezani s bojom ploda povezani su s QTL-ovima (engl. *Quantitative Trait Nucleotides*) za otpornost na biotičke stresove, aromatične spojeve, tvrdoću i sadržaj kiselina. Genofond središnje Italije čini se prilično konzistentan i visoko diferenciran u usporedbi s drugim europskim istraživanjima.

Testolin i sur. (2019) istraživali su genetičku raznolikost germplazme jabuke prikupljene u Italiji. Zbirku s tri lokacije, predstavljaju domaće sorte koje su vjerojatno nastale kao slučajni sjemenjaci zajedno sa sortama unesenim iz susjednih zemalja, od kojih je većina s vremenom izgubila ime i podrijetlo. Preliminarni postupak započeo je s 469 molekularnih profila analiziranih pomoću 15 SSR biljega. Skup od preostale 234 primke dodatno je smanjen na 132 jedinstvena profila uklanjanjem 102 sinonima, odnosno primki s različitim nazivom i istim molekularnim profilom.

Alessandri i sur. (2021) su tijekom istraživanja u Italiji prikupili 47 primki jabuke. Analizom na molekularnoj razini korištenjem 15 SSR (mikrosatelita) identificirane su dvije glavne grupe genotipova i utvrđen njihov odnos s nekoliko fenotipskih svojstava.

Meland i sur. (2022) genotipizirali su 171 primku jabuke iz kolekcije Ullensvang upotrebom 20 različitih SSR biljega. Otprilike polovica primki prethodno je genotipizirana korištenjem osam SSR biljega, što omogućuje procjenu hoće li upotreba veće grupe biljega dati točniju karakterizaciju. Dvanaest dodatnih SSR biljega uspjelo je razlikovati nekoliko grupa primki za koje se izvorno smatralo da su sinonimi, kao i pružiti detaljniji uvid u genetičku strukturu ove germplazme.

U proteklom razdoblju SSR biljezi su široko korišteni za genetičku karakterizaciju jabuke. Ovi su biljezi bili osobito korisni u proučavanju genetičke raznolikosti zbog njihove brojnosti, ponovljivosti i polimorfizma (Nybom i sur., 2010). SSR-ovi su korišteni za istraživanje *ex situ* kolekcija na Novom Zelandu (Guilford i sur., 1997), Španjolskoj (Pereira-Lorenzo i sur., 2007; Pereira-Lorenzo i sur., 2008; Urrestarazu i sur., 2012), Švedskoj (Garkava-Gustavsson i sur., 2008), Iranu (Gharghani i sur., 2009), Nizozemskoj (van Treuren i sur., 2010), Litvi (Mažeikiene i sur., 2019), Turskoj (Butiuc-Keul i sur., 2019) i Norveškoj (Meland i sur., 2022).

U regiji su Gaši i sur. (2010b) analizirali 39 primki i to 24 tradicionalne bosanskohercegovačke sorte i 15 modernih međunarodnih sorti jabuke iz *ex situ* kolekcije Srebrenik u sjeveroistočnoj Bosni korištenjem 10 SSR biljega i 23 morfološka svojstva. Razlika između tradicionalnih bosanskohercegovačkih i međunarodnih sorti bila je značajna, što je potvrđeno i analizama molekularne varijance. Klaster analizom 39 primki jabuka, temeljem 10 SSR lokusa, utvrđeno je da su se samo dvije tradicionalne bosanskohercegovačke sorte usko grupirale s međunarodnim sortama, dok su ostali formirali odvojene klastere. Klaster analiza 39 primki jabuka, temeljem morfoloških podataka, ukazuje na manju diferencijaciju između tradicionalnih i međunarodnih primki u usporedbi s klaster analizama temeljenim na molekularnim podacima.

Kajkut Zeljković i sur. (2021) analizirali su 67 primki kruške iz *ex situ* kolekcije Sveučilišta u Banja Luci (BIH) i 7 referentnih sorti *ex situ* kolekcije SLU u Balsgård (Švedska) korištenjem grupe od 10 SSR biljega radi određivanja duplikata, genetičke raznolikosti i potvrde jedinstvenosti. Analizom glavnih koordinata (PCoA) 74 primke kruške podijeljene su u tri skupine. Prva skupina sastojala se od diploidnih, referentnih i vjerojatnih triploidnih primki kruške, dok su druga i treća skupina sadržavale samo vjerojatne triploidne primke iz BIH. Rezultati su pokazali visoku razinu polimorfizma i jedinstvenosti, što ukazuje da germplazma kruške iz BIH predstavlja vrlo raznolik i vrijedan materijal za buduće oplemenjivačke programe.

U istraživanju Halapija Kazija i sur. (2014) su koristili mikrosatelitske biljege i Protokol za testove različitosti, ujednačenosti i stabilnosti šljive (CPVO-TP/41/1) za procjenu 62 primke šljive (42 tradicionalne hrvatske primke, šest poznatih tradicionalnih primki prikupljenih iz Srbije i Bosne i 14 međunarodnih, referentnih sorti). Otkrivena je značajna diferencijacija između tradicionalnih primki šljive i međunarodnih referentnih sorti. Analize glavnih komponenti, temeljene na 22 morfološka svojstva, uspjele su odvojiti primke 'Mirabele' od primki europske šljive i 'Brdaklije', ali je općenito nedostajala korelacija između uočenih morfoloških svojstava i molekularnih podataka. Rezultati ovog istraživanja ukazuju da tradicionalne hrvatske primke predstavljaju raznolik i nedovoljno iskorišten biljni genetički materijal koji treba očuvati.

Cilj istraživanja koje su proveli Poljuha i sur. (2018) bio je karakterizacija kolekcija i procjena genetičke raznolikosti prikupljene germplazme masline u Hrvatskoj. Genotipizirano je 69 primki od 39 tradicionalnih sorti, zajedno s pet introduciranih sorti, upotrebom 14 polimorfni SSR biljega. Istraživanjem su utvrđeni različiti genotipovi, duplikati primki te slučajevi homonimije i sinonimije. Rezultati dobiveni istraživanjem koristiti će se za očuvanje germplazme, programe oplemenjivanja, poboljšanje rasadničarske proizvodnje i za optimizaciju nacionalne strategije upravljanja genetskim resursima masline.

Istraživanje Poljuha i sur. (2021) obuhvatilo je karakterizaciju hrvatskih kolekcija i procjenu genetičke raznolikosti prikupljene germplazme smokve. Skupina od 90 primki iz hrvatskih kolekcija i šest referentnih uzoraka iz slovenske baze podataka genotipizirana je upotrebom pet SSR biljega. Korištenjem UPGMA (engl. *Unweighted pair-group method using arithmetic average*) klaster analize razlikovan je 31 genotip i otkriveno je pet skupina primki. Ukupno je utvrđeno 77 duplikata kod primki, 11 novih genotipova i 20 slučajeva homonimije i sinonimije. Procijenjeni su genetički odnosi između tradicionalnih hrvatskih sorti smokve. Autori su zaključili kako se rezultati istraživanja mogu koristiti za programe oplemenjivanja, očuvanje germplazme, optimizaciju nacionalne strategije upravljanja genetskim resursima smokve i poboljšanje rasadničarske proizvodnje.

Liber i sur. (2022) su prikupili uzorke 223 sorte masline i divlje masline s različitih lokacija uzgojnih područja masline u Hrvatskoj te ih molekularno karakterizirali upotrebom 12 SSR biljega. Rezultati su ukazali na jedinstven profil za većinu sorti i divljih stabala, osim tri slučaja sinonima, vjerojatno zbog pogrešnog imenovanja. Hrvatska germplazma masline je pokazala visoku genetičku varijabilnost. Divlji genotipovi koji potječu uglavnom sa srednjodalmatinskih i južnodalmatinskih otoka su se odvojili u posebnu skupinu, a uzgojeni genotipovi uglavnom su se grupirali zajedno, ali su također pokazali srodstvo s divljom

germplazmom. Dobiveni rezultati naglasili su bogatstvo genetičkih resursa masline u Hrvatskoj i dali informacije za zaštitu genetičkog materijala i monosortnih ulja.

Bolarić i sur. (2024) su prikupili uzorke listova 226 stabala maslina iz tradicionalnih maslinika u Hrvatskoj te ih genotipizirali upotrebom jedanaest SSR biljega. Ukupno je diferencirano 73 SSR profila poznatih hrvatskih sorti i 53 profila nepoznatih genotipova masline. Sinonimi su otkriveni kod 18 sorti, a razlike unutar sorti pronađene su kod 15 sorti. Istraživanjem su utvrđene tri genetičke podskupine genotipova maslina. Nakon standardizacije duljine alela postignute korištenjem devet referentnih uzoraka, genetski profili 126 kultiviranih genotipova maslina uspoređeni su s bazama podataka OleaDB i WOGB, od kojih je utvrđeno da su 92 genotipa jedinstvena za hrvatsku germplazmu maslina. Rezultatima je utvrđena široka genetička varijabilnost germplazme masline izvan poznatih, registriranih sorti.

2.4.2. Primjena sustava biljega koji koriste analizu jednonukleotidnih polimorfizama (SNP) u istraživanju germplazme jabuke

U novije vrijeme postoje pouzdanije metode molekularne identifikacije, a koje podrazumijevaju upotrebu biljega visoke rezolucije, npr. onih koji se oslanjaju na jednonukleotidne polimorfizme SNP, te omogućavaju detaljnije usporedbe na cijelom genomu i nude veću rezoluciju zbog većeg broja biljega. Popularnost navedenih biljega povećala se zbog njihove fleksibilnosti kao i isplativosti (You i sur., 2018). Za istraživanje jabuke je trenutačno dostupno nekoliko SNP nizova: Infinium® IRSC 8 K čip (Chagne i sur., 2012), Illumina Infinium® 20 K čip (Bianco i sur., 2014), 50 K čip (Rymenents i sur., 2020) i Affymetrix Axiom® 480 K SNP čip (Bianco i sur., 2016). Ti su nizovi korišteni u različitim genetičkim analizama sorti jabuke, uključujući istraživanje genetičke strukture (Gilpin i sur., 2023), istraživanje pedigreea (Howard i sur., 2017; Luby i sur., 2022; Muranty i sur., 2020), otkrivanje ploidnosti (Chagne i sur., 2015) i istraživanje povezanosti na cijelom genomu (Urrestarazu i sur., 2017; Coupel-Ledru i sur., 2022; Garcia-Fernandez i sur., 2023; Kumar i sur., 2022). SNP-ovi su također korišteni uz SSR-ove u nedavnim istraživanjima genetičke povezanosti unutar germplazme jabuke, ukazujući na finije genetičke razlike koje doprinose programima uzgoja i nastojanjima za očuvanje u Švedskoj (Skytte af Satra i sur., 2020), Danskoj (Larsen i sur., 2018) i Bosni i Hercegovini (Konjić i sur., 2023; Đurić i sur., 2024). U tim je istraživanjima dokazano da SNP-ovi osiguravaju bolji pregled povezanosti i učinkovitiji su u otkrivanju genetičkih struktura u usporedbi sa SSR biljezima. Trenutno najnaprednija platforma za genotipizaciju jabuke ovim pristupom je Axiom® Apple 480 K SNP čip (Bianco i sur., 2016). S

obzirom da se radi o novijoj metodi ima znatno manje objavljenih radova u odnosu na istraživanja provedena upotrebom SSR biljega, ali ne i znatno manji broj dostupnih molekularnih profila.

Muranty i sur. (2020) identificirali su odnose unutar grupe od preko 1400 uglavnom tradicionalnih sorti jabuke koristeći SNP biljege, raspoređene po cijelom genomu (~ 253 K SNP-ova) s ciljem rekonstrukcije pedigreea. Istraživanjem je identificirano više od tisuću odnosa roditelj-potomak i 295 potpunih obitelji roditelj-potomak. Osim toga, identificiran je i par baka i djed za nedostajuću roditeljsku stranu 26 parova roditelj-potomak. Između 407 odnosa roditelj-potomak bez drugog identificiranog roditelja, 327 njih se moglo odrediti jer je jedna od jedinki bila potomak u potpunoj obitelji ili su korišteni povijesni podaci o podrijetlu. Identificirani su roditelji tipičnih sorti kao što su 'Ribston Pippin', 'White Transparent' i 'Braeburn'. Ukupni pedigree koji kombinira sve identificirane odnose obuhvatio je sedam generacija i otkrio je veliki utjecaj dviju sorti francuskog i engleskog podrijetla, 'Reinette Franche' i 'Margil', te jedne sorte iz sjeveroistočne Europe iz 18. stoljeća, 'Alexander'. Naprotiv, nekoliko starijih sorti, iz srednjeg vijeka ili rimskog doba, nije imalo, ili je imalo samo jedno, prepoznatljivo potomstvo u skupu proučavanih primki. Uočena su česta križanja sorti koje potječu iz različitih europskih regija, osobito od devetnaestog stoljeća nadalje.

Kolekciju koja se sastoji od oko 350 primki Gilpin i sur. (2023) genotipizirali su upotrebom 20 K Infinium® SNP čipa. SNP podaci korišteni su za procjenu strukture i raznolikosti, potvrdu pedigreea i razvoj osnovne kolekcije. Identificirano je nekoliko duplikata i odnosa roditelj-potomak. Kolekcija je bila podjednako raznolika u svim geografskim područjima. Primijenjene su različite metode za analizu strukture populacije te je utvrđeno pet subpopulacija povezanih s geografskim uzgojnim centrima. Kolekcija ima izrazitu genetičku strukturu i nisku povezanost između primki, pa su osnovane dvije osnovne kolekcije s po 100 primki. Rezultati istraživanja sugeriraju da bi nekoliko primki u norveškoj kolekciji jabuke moglo biti od velike važnosti za uzgoj.

Razinu osjetljivosti na plamenjaču (*Erwinia amylovora*) kod 102 primke jabuke sa sjevera Španjolske navode u svom istraživanju Garcia-Fernandez i sur. (2023). Evaluacije su provedene u uvjetima karantene korištenjem umjetne inokulacije cijepljenih biljaka. Rezultati su otkrili veliku varijabilnost u reakciji na osjetljivost sorti i identificirane su sorte niske osjetljivosti. Osim toga, 91 sorta genotipizirana je korištenjem Affymetrix Axiom® Apple 480K SNP čipa za provođenje analize genomskih asocijacija na razini cijelog genoma (GWAS, engl. *Genome Wide Association Studies*). Statistički značajan znak otkriven je na kromosomu 10 korištenjem višelokusnog miješanog modela (MLMM, engl. *multi-locus mixed model*). Dva gena

identificirana su kao glavni pretpostavljeni kandidatski geni: protein bolesti TIR-NBS-LRR (engl. *Toll-Interleukin-like Receptor, Nucleotide-Binding Site, Leucine-Rich Repeat*) klase i protein koji sadrži domenu razvoja smrti stanice (DCD, engl. *development and cell death domain*). Rezultati istraživanja ukazuju na obećavajući izvor informacija i postavljaju početnu točku za buduće genetičke i oplemenjivačke programe.

Konjić i sur. (2023) genotipizirali su 45 primki jabuke koje se sastoje od 33 diploidne jedinke iz kolekcije u BiH i 12 međunarodnih referentnih sorti korištenjem Axiom® Apple 480 K SNP čipa. Navedeni rad je koristio SNP podatke s ciljem istraživanja genetičkih odnosa istraživanih jedinki, strukture populacije i genetičke raznolikosti te zbog usporedbe dobivenih rezultata s onima izračunatim na prethodno objavljenim SSR profilima. SNP-ovi ukazuju na bolju sposobnost razlikovanja primki jabuke na temelju njihovog podrijetla, kao i grupiranja prema njihovom pedigreu. Izračunavanje identiteta po podrijetlu otkrilo je 16 parova sa srodstvom prvog stupnja i otkrilo introgresiju sorti 'Delicious' i 'Golden Delicious' u osnovnu kolekciju.

Đurić i sur. (2024) su analizirali 165 primki iz banke gena jabuke u Institutu za genetičke resurse (IGR) iz Banja Luke koristeći niz od 20 K apple Infinium® SNP čipa. Rezultati su kombinirani s prethodno objavljenim podacima o kolekcijama germplazme u Srebreniku i Goraždu, genotipiziranim pomoću niza Axiom® Apple 480 K SNP čipa. U istraživanje je uključeno ukupno 234 primke, od kojih se za 220 pretpostavljalo da su lokalne sorte, a 14 su bile poznate međunarodne referentne sorte. Identificirani su brojni genotipski duplikati unutar i između kolekcija te su predložena preferirana imena koja će se koristiti u budućnosti. Utvrđeno je da germplazma BIH ima relativno malo odnosa roditelj-potomak, posebno između lokalnih sorti, a razlog tome je specifična povijest države i obrasci uvođenja sorti jabuke.

2.5. Značaj procjene fenotipskih svojstava u istraživanju germplazme jabuke

Morfološka svojstva pojedinih organa jabuke razlikuju se ovisno o sorti, stoga su vrlo značajna i najviše se koriste pri determinaciji sorti. Prilikom opisa sorte najčešće se prate i opisuju morfološka svojstva: stabla, jednogodišnjeg izbojka, lista, te cvijeta i ploda, stoga je u nastavku kratak pregled najznačajnijih dijelova jabuke ključnih kod opisa i determinacije sorti.

Stablo jabuke sazdano je od dva dijela ili dvije komponente: generativne ili češće vegetativne podloge i sorte (plemke). Prema Miljkoviću (2021). stablo se sastoji od podzemnoga dijela (korijenov sustav) i nadzemnoga dijela (korijenov vrat, deblo, krošnja sa

skeletnim granama, rodnim i nerodnim izbojcima na kojima su morfološki i funkcionalno različiti pupovi iz kojih se razvijaju cvat, mladice i lišće). Sorte jabuke međusobno se razlikuju s obzirom na bujnost, tip rasta i izgled samog stabla (*habitus*) (CPVO-TP/14/2).

Na krošnji stabala jabuke razlikuju se izbojci različite starosti i funkcije, a prilikom opisa sorti posebno su važna svojstva jednogodišnjeg izbojka. Jednogodišnji izbojak jabuke razvija se iz vegetativnog pupa tijekom jedne vegetacije, ima jasno razvijene nodije i internodije, a na kraju vegetacije odrveni i odbaci lišće. Svojstva jednogodišnjeg izbojka koja se najčešće opisuju prilikom opisa i determinacije sorte su: debljina, duljina internodija, boja na osunčanoj strani i dlakavost na gornjoj polovici izbojka (CPVO-TP/14/2).

List kao vegetativni organ koji ima esencijalnu funkciju u fiziologiji jabuke, poglavito u fotosintezi, transpiraciji, disanju, sintezi hormona i povremenom nakupljanju hraniva. Jabuka ima jednostavan ili pravi list, koji nastaje iz lisnih začetaka (*primordija*) na vegetativnom vrhu. List jabuke sastavljen je od rukavca, peteljke i plojke i dorziventralne je građe te se razlikuje lice ili gornji dio plojke i naličje ili donji dio plojke (Miljković, 2021). Ključna svojstva prilikom opisa lista kod jabuke su: duljina i širina lista, omjer duljine i širine, intenzitet zelene boje, nazubljenost ruba i dlakavost naličja (CPVO-TP/14/2).

Rast i razvitak generativnih organa (cvijet i plod) ključan je u uzgoju i proizvodnji jabuke. Cvijet je generativni organ iz kojeg nakon oprašivanja i oplodnje nastaje plod sa sjemenom. Cvjetovi jabuke smješteni su na fino dlakavim cvjetnim stapkama i skupljeni u cvat (*inflorescenca*) koji se botanički zove gronja (*corymbus*). Pravilni su, dvospolni (hermafroditni) i pentamerni s dvostrukim ocvijećem. Čaška se sastoji od 5 lancetastih zelenih lapova, a vjenčić od 5 bijelih ili blijedoružičastih latica koje su obrnuto jajolike ili okruglaste i duže od lapova. Prašnik (*stamina*) se sastoji od drška (*filamentum*) i prašnice (*antera*) koja je žute boje. Tučak (*pistillum*) se sastoji od plodnice (*ovarium*), vrata (*stylus*) i njuške (*stigma*). Plodnica je podrasla jer se nalazi u cvjetištu s kojim je potpuno srasla. Plodnica je izgrađena od 5 sraslih plodničkih listića što znači da je peterogradna. Svaki plodnički listić produljuje se u vrat tučka koji završava njuškom. U svakoj pregradi plodnice ima više (2 - 4) anatropno smještenih sjemenih zametaka (Čiček, 2008). Cvjetovi različitih sorti jabuke međusobno se razlikuju s obzirom na oblik i veličinu, međutim prilikom opisa sorti važna su i svojstva boje (prevladavajuća boja u fazi balona), zatim raspored latica i položaj njuške tučka u odnosu na prašnike (CPVO-TP/14/2).

Plod jabuke prema načinu postanka pripada monokarpnim plodovima (koji su nastali iz jednoga cvijeta) i botaničkom tipu ploda sinkarpna koštunica (Đurović, 2021). Plod jabuke sastoji se od kože, mesa (jestivih dijelova) te sjemenjače, sjemenki, čaške i peteljke (nejestivih dijelova). Kožica i meso ploda razvijaju se iz cvjetišta, a sjemenjača iz karpelnih

listova (Skendrović Babojelić, 2016). Kožica ploda štiti plod od mehaničkih oštećenja, isušivanja i smežuravanja te od nepovoljnog djelovanja mikroorganizama (Grotte i sur. 2001; Wang i sur. 2016). U kožici se nalaze biljni pigmenti (klorofil, karotenoidi, antocijani) koji plodovima daju karakterističnu boju. Najveći dio ploda predstavlja mezokarp ploda koji je različite teksture, konzistencije, boje, okusa i sočnosti. U unutrašnjosti ploda u sjemenjači se nalaze sjemenke. Plodovi pojedinih sorti jabuke razlikuju se po nizu morfoloških svojstava. Razlike proističu ponajprije zbog nasljednih svojstava, ali se mogu zapaziti i dosta uočljive razlike u plodovima između sorti, izazvane podlogom, starošću voćke, čimbenicima okoline te kao posljedica primjene određenih agrotehničkih i pomotehničkih mjera (Skendrović Babojelić, 2023). Osim osnovnih postoje i mnogi prijelazni oblici ploda koji čine kombinacije dva ili više oblika. Plodovi mogu biti simetrični i asimetrični odnosno s jednakim ili nejednakim polovicama. Kod iste sorte i u istim uvjetima uzgoja plodovi s obzirom na oblik mogu biti ujednačeni ili neujednačeni. Dolazi i do pojave polimorfizma oblika ploda osobito kod pojedinih sorti jabuke. Veličina ploda je sortno svojstvo, a ovisi o klimatskim uvjetima, tehnološkim postupcima te o broju i položaju plodova na stablu. Veličina ploda utvrđuje se masom ploda i dimenzijama (opsegom, visinom, širinom i debljinom ploda).

Važno je utvrditi pomološka i fizikalno-kemijska svojstva jer su ona značajan čimbenik za karakterizaciju genotipova jabuke s obzirom na njihovu nutritivnu vrijednost, potencijalnu upotrebu za različite proizvode i ukazuju na njihovu autentičnost (Karatas i sur., 2022). S obzirom na rezultate brojnih istraživanja važno je istovremeno uz genetičku identifikaciju morfološki opisati primke i pratiti njihova fenotipska i pomološka svojstva. U nastavku je pregled najvažnijih istraživanja vezanih uz pomološka i fenološka svojstva jabuke ali i drugih voćnih vrsta.

Dolker i sur. (2021) su istraživali fenološka i pomološka svojstva sedam lokalnih sorti jabuke transhimalajske regije Ladakh. Istraživanjem je utvrđeno kako domaće sorte jabuke posjeduju značajnu raznolikost. Jedinstvena svojstva kao rana cvatnja i rano dozrijevanje plodova zanimljiva su za buduće programe oplemenjivanja za razvoj sorti ranog vremena dozrijevanja.

Kalvane i sur. (2021) proučavali su fenološke podatke o punoj cvatnji 17 sorti jabuka u razdoblju od 1959. do 2019. godine. Utvrdili su kako klimatske promjene značajno utječu na promjene u fenologiji stabala jabuke. Sve sorte, i ljetne i jesenske i zimske u razdoblju od 2002. do 2019. započinju cvatnju ranije, u prosjeku je puna cvatnja zabilježena oko 21. svibnja, dok je za razdoblje od 1959. do 1967. zabilježena oko 27. i 28. svibnja.

U Centru za razvoj umjerenog hortikulturnog područja, Marpha (Mustang, Nepal), Suad i sur. (2024) istraživali su šest sorti jabuke. Stabla svake sorte replicirana su četiri puta u randomiziranom potpunom blok dizajnu. Fenološke faze različitih sorti praćene su od referentnog datuma kontinuirano kroz devet različitih faza. Klimatske varijable (temperatura, relativna vlažnost i padaline) praćene su i preuzete s automatske meteorološke stanice postavljene u razvojnom centru. Rezultati praćenja fenologije cvatnje ukazuju kako je sorta 'Tsukura' najranije, a sorta 'Golden Delicious' najkasnije dostigla fazu zametanja plodova. Prosječno razdoblje cvatnje tipičnog cvijeta različitih sorti jabuke iznosilo je 10 dana. Zametanje plodova dogodilo se otprilike tjedan dana nakon završetka razdoblja pune cvatnje.

Morfološku raznolikost 30 autohtonih sorti jabuke u Crnoj Gori istraživali su Božović i sur. (2015). Utvrđena je velika varijabilnost između sorti u vremenu cvatnje, vremenu dozrijevanja plodova, masi plodova i udjelu topljive suhe tvari. Temeljem trogodišnjih prosječnih podataka za 25 svojstava UPGMA dendrogram je pokazao visok stupanj varijabilnosti između istraživanih sorti, temeljem čega su razvrstane u pet grupa i tri neovisne primke.

Arnal i sur. (2022) su izvršili morfološku karakterizaciju kolekcijskog nasada španjolskih sorti jabuke. Analizirali su 41 primku te ih usporedili s devet referentnih sorti jabuke. Istraživane primke pripadaju starim španjolskim sortama jabuke. Proučavana germplazma potječe iz ruralnih područja središnje Španjolske i analizirana je upotrebom uglavnom IBPGR i UPOV deskriptora. Kod istraživanih tradicionalnih sorti jabuke utvrđena je vrlo visoka morfološka raznolikost (većina se odnosila na svojstva ploda). Tradicionalne sorte ukazuju na jasnu razliku u odnosu na referentne sorte.

Karatas (2022) je istraživao fenološka (utvrđivanje optimalnog roka berbe), morfološka (masa, oblik, boja i čvrstoća ploda), biokemijska (organske kiseline, udio topljive suhe tvari, vitamin C, ukupni sadržaj fenola i antioksidativni kapacitet) i senzorna (sočnost i aroma) svojstva 22 lokalna genotipa ljetnih sorti jabuka u sjeveroistočnoj Turskoj. Rezultati istraživanja su ukazali na značajne razlike za većinu fenoloških, morfoloških, biokemijskih i senzornih svojstava.

Skendrović Babojelić i sur. (2014) istraživali su pomološka svojstva i kakvoću plodova najzastupljenijih tradicionalnih sorti jabuke s područja općine Topusko. Determinacijom je utvrđeno da se radilo o plodovima sorti 'Bobovec', 'Božićnica', 'Citronka', 'Lijepocvjetka' i 'Zlatna zimsko parmenka'. Nakon provedenih fizikalno-kemijskih analiza, utvrđeno je da se sorte značajno razlikuju po istraživanim svojstvima te su zaključili kako je zbog različitosti pomoloških svojstava, kakvoće plodova i veće tolerantnosti na nepovoljne abiotske i biotske čimbenike,

tradicionalne sorte važno očuvati kao izvor genetske varijabilnosti te kao čimbenik bioraznolikosti područja u kojem rastu.

Istraživanje agronomskih, morfoloških i fizikalno-kemijskih svojstava 31 talijanske lokalne sorte jabuke proveli su Cice i sur. (2023). Korištenjem UPOV deskriptora utvrđene su sličnosti i razlike između istraživanih sorti jabuka te je dobivena detaljna fenotipska karakterizacija. Kod sorti su utvrđene značajne razlike u masi ploda i fizikalno-kemijskim svojstvima (udjelu topljive suhe tvari, jabučne kiseline i indeksu posmeđivanja mezokarpa ploda). Ova kolekcija germplazme jabuke predstavlja nezamjenjiv genetički resurs sa značajnim morfološkim i pomološkim varijabilnostima između sorti.

Kiraly i sur. (2012) su istraživali morfološka svojstva cvjetova, izbojaka i plodova pet sorti jabuka iz grupe 'Batul' i četiri iz grupe 'Sovari' korištenjem UPOV deskriptora za pripremu opisa navedenih sorti. Kako bi se identificiralo 13 genotipova provedena je analiza markera koja je uključivala 12 mikrosatelitskih primera. Sve analitičke metode ukazuju da se 'Zöld batul' može jasno razlikovati od ostalih genotipova 'Batul', što sugerira da je riječ o neovisnom genotipu udaljenom srodniku 'Batul'. Unutar grupe 'Sóvári', genotipovi se mogu jasno razlikovati jedan od drugoga na temelju morfološke i molekularne analize. Istraživanje dokazuje da kombinacija morfoloških i genetičkih analiza omogućuje pouzdaniju identifikaciju genotipova jabuke nego samostalno pomološki opisi ili samostalno genetička analiza.

Farrokhi i sur. (2013) su istraživali 56 autohtonih genotipova jabuke iz različitih geografskih regija Irana koje su procjenjivali na temelju 16 različitih biokemijskih i morfoloških svojstava korištenjem augment dizajna. Analiza varijance pokazala je značajnu razliku između proučavanih genotipova. Istraživanje pokazuje da iranski genotipovi jabuke posjeduju visoku razinu genetičke varijabilnosti koja može biti korisna za oplemenjivanje.

Kanlić i sur. (2016) su izvršili morfološku karakterizaciju 46 tradicionalnih genotipova jabuke, koje se održavaju *on farm* na području Istočne Bosne, primjenom međunarodno priznatih deskriptora. Rezultati morfološke karakterizacije ukazuju na veliko bogatstvo u pogledu fenotipske varijabilnosti istraživanog sortimenta.

Agronomska, morfološka i svojstva kvalitete ploda 80 primki iz Banke germplazme jabuke u eksperimentalnoj stanici Aula Dei, smještenoj u središnjem dijelu doline Ebro u sjeveroistočnoj Španjolskoj (Zaragoza) proučavali su Reig i sur. (2015). Agronomske karakteristike uključivale su praćenje datuma cvatnje i utvrđivanje optimalnog roka berbe, dok su morfološke karakteristike uključivale svojstva oblika i veličine ploda. Parametri kvalitete ploda uključivali su postotak obojanosti ploda, parametre kromatičnosti, tvrdoću ploda, udio topljive suhe tvari i titracijsku kiselost. Utvrđena je velika varijabilnost za većinu svojstava sa

značajnim korelacijama utvrđenim između mnogih svojstava. Pojedine primke s istim alelnim profilom pokazuju fenotipske razlike, što sugerira postojanje klonskih mutacija koje nisu detektirane molekularnim markerima. Ovo istraživanje dalo je korisne informacije o agronomskim, morfološkim i svojstvima kvalitete ploda širokog raspona primki uzgojenih u osjetljivim klimatskim uvjetima doline Ebro.

Morfološku raznolikost primki jabuke u dolini Kašmira su proučavali Hassan i sur. (2017). Prikupljene su 33 primke s različitih lokacija u dolini Kašmira i proučavana su njihova različita morfološka i pomološka svojstva. Kod proučavanih genotipova utvrđena je varijabilnost u svojstvima stabla, lista i ploda (pomoloških i fizikalno-kemijskih). Utvrđeno je da postoji velika varijabilnost između istraživanih genotipova koja može biti korisna za buduće oplemenjivačke programe.

Salkić i sur. (2017) analizirali su sorte jabuka iz *ex situ* kolekcije autohtonih sorti jabuka u Špionici, općina Srebrenik, Bosna i Hercegovina. Plodovi su analizirani tijekom dvije vegetacijske sezone, a opis plodova je proveden temeljem sljedećih svojstava: masa ploda, visina i širina ploda, indeks oblika ploda, duljina peteljke ploda, dubina udubljenja čaške i tvrdoća ploda. Rezultati su statistički obrađeni te je utvrđena varijabilnost istraživanih svojstava između sorti. Zbog raznolikosti pomoloških svojstava autohtonih sorti jabuka, njihove kvalitete i namjene plodova te zbog dugovječnosti koja je rezultat njihove otpornosti na nepovoljne abiotske i biotske čimbenike uzgoja, one predstavljaju izvor genetske raznolikosti i čimbenik su bioraznolikosti.

Mertoglu i sur. (2022) proučavali su četiri rane sorte jabuke koje su uzgajane u uvjetima kontinentalne klime u Turskoj. Proučavali su: fenološka (vrijeme cvatnje i optimalni rok berbe), pomološka (masu, visinu i širinu ploda) i kemijska svojstva ploda (udio topljive suhe tvari, antioksidativnu aktivnost, sadržaj vitamina C i ukupni sadržaj polifenola). Između istraživanih sorti utvrđene su značajne razlike u fenološkim, pomološkim i kemijskim svojstvima plodova. Pomološke karakteristike više su pod utjecajem ekoloških čimbenika, dok se kemijske karakteristike razlikuju ovisno o promjenama u pomološkim svojstvima.

Cilj istraživanja kojega su proveli Meland i sur. (2024) bio je procijeniti norveške tradicionalne sorte jabuke s pomološkog, agronomskog i kemijskog gledišta, identificirati najvažnije parametre kvalitete i odabrati sorte s poželjnim svojstvima za moderna tržišta i za oplemenjivačke svrhe. U razdoblju od 2018. do 2020. u norveškom institutu za bioekonomska istraživanja procijenjeno je 75 tradicionalnih i četiri standardne sorte jabuke. Rezultati procjene norveških tradicionalnih sorti jabuke ukazuju na značajnu varijabilnost istraživanih svojstava. Na temelju pojedinačnih istraživanja različitih karakteristika kvalitete ploda, odabrane su

skupine sorti s posebnim svojstvima za industriju, za proizvodnju koncentrata i svježeg soka. Prema udjelu topljive suhe tvari, indeksu slatkoće, veličini ploda, kiselosti i sadržaju fenola, nekoliko skupina sorti ima visoku potencijalnu vrijednost za moderne oplemenjivačke programe. Na temelju ukupne kvalitete ploda, za svježiu konzumaciju odabrane su tri sorte jabuke.

Morariu i sur. (2025) su istraživali morfološka, biokemijska i organoleptička svojstva 34 sorte jabuke, uključujući stare rumunjske sorte, međunarodne stare i moderne sorte, te nove selekcije. Istraživanje je provedeno kako bi se identificirala vrijedna svojstva za programe uzgoja i komercijalne primjene. Morfološka analiza je ukazala na značajnu varijabilnost u veličini, obliku i masi ploda. Biokemijske analize pokazale su značajne razlike u sadržaju vlage, ukupnoj topljivoj suhoj tvari, ukupnoj kiselosti i razinama karotenoida, u usporedbi s dijelom tradicionalnih sorti koje pokazuju visok nutritivni potencijal.

Vrtodušić i Skendrović Babojelić (2022) su istraživali pomološka i fizikalno-kemijska svojstva 13 tradicionalnih hrvatskih sorti kruške na području Karlovačke županije. Analize svojstava pokazale su da se sorte značajno razlikuju u proučavanim svojstvima (masi ploda, visini i širini, indeksu oblika ploda, duljini i debljini peteljke, tvrdoći ploda, broju i masi zdravih sjemenki, udjelu topljive suhe tvari, kiselosti, omjeru topljivih tvari i ukupne kiselosti te pH vrijednosti). S obzirom na raznolikost pomoloških karakteristika, njihov potencijal kao izvora genetičke varijabilnosti i njihovu moguću toleranciju na abiotske i biotičke stresne čimbenike, važno je očuvati tradicionalne sorte kruške kao izvor kvalitetnog voća za konzumaciju ili preradu.

Plodovi različitih sorti jabuke odlikuju se velikom varijabilnošću prema sveukupnoj morfološkoj građi te se prilikom determinacije i opisa sorti prati najveći broj svojstava ploda od kojih se mogu izdvojiti najvažnija: oblik, boja, svojstva čaške, lenticеле i drugi.

Osim razlike u morfološkim svojstvima, sorte jabuka međusobno se razlikuju i u kemijskom sastavu i nutritivnoj vrijednosti ploda. Plodovi jabuka imaju vrlo složen i raznovrstan kemijski sastav s velikim brojem kemijskih tvari, koje se dijele na: *neorganske tvari* – voda, plinovi (CO₂, O₂, N₂) i mineralne tvari – makroelementi: K, P, Ca, S, Mg, Fe i mikoroementi: B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co; te *organske tvari* – ugljikohidrati, lipidi, proteini, kiseline, biljni pigmenti, tanini, aromatične tvari, aminokiseline, enzimi, vitamini, hormoni. Mierczak i sur. (2024) istraživanjem su utvrdili da su jabuke važna sastavnica uravnotežene prehrane s obzirom na raznovrsnost kemijskih spojeva sa svojstvima koja poboljšavaju zdravlje te imaju pozitivan utjecaj na ljudski organizam, osobito na krvožilni sustav. Jabuke (u manjoj mjeri i njihove prerađevine) predstavljaju bogat izvor neprocjenjivih sastojaka koji aktivno sudjeluju u

metaboličkim procesima na staničnoj razini. Također su utvrdili da različite fitokemikalije jabuke pokazuju značajan potencijal u sprječavanju i terapijskom rješavanju brojnih zdravstvenih problema. Lončarić i sur. (2023) analizirali su i usporedili sok proizveden od tradicionalnih i komercijalnih sorti jabuke, ističući razlike u njihovoj pH vrijednosti, ukupnim kiselinama, topljivoj suhoj tvari, sadržaju šećera i sadržaju polifenolnih spojeva. Kod tradicionalnih sorti jabuke utvrđen je veći sadržaj ukupnih polifenola, flavonoida i procijanidina u usporedbi s komercijalnim sortama, a veći antioksidativni kapacitet tradicionalnih sorti jabuke dodatno doprinosi njihovoj nutritivnoj vrijednosti i potencijalnim zdravstvenim prednostima.

Fizikalno-kemijska svojstva značajan su čimbenik u procjeni kvalitete i tržišne vrijednosti plodova jabuke (Skendrović Babojelić i sur., 2019.). Podrazumijevaju određivanje: boje, mase, širine, visine i debljine ploda, tvrdoće plodova, svojstva sjemenki, udjela topljive suhe tvari i ukupnih kiselina, škrobni indeks, omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina i indeks zrelosti i druge.

Kratkoročne metode određivanja roka berbe se temelje na fiziološkim i biokemijskim promjenama koje se odvijaju u plodovima tijekom zriobe. U tome razdoblju dolazi do intenzivnog povećanja veličine ploda, promjene boje kože i boje sjemenki, plod omekšava, mijenja se okus ploda, dolazi do oslobađanja veće količine CO₂ i etilena. Praćenjem ovih promjena možemo utvrditi optimalan rok berbe plodova pojedinih sorti jabuke.

Tvrdoća ploda predstavlja otpor mezokarpa ploda na penetraciju sile. Mjeri se pomoću instrumenta penetrometra koji mjeri ukupnu silu potrebnu za probijanje uzorka ploda pomoću standardne dijametarske sonde koja završava klipom određene veličine, a izražava se u kg/cm² ili N/cm². Ovisi o sadržaju pektina, s obzirom da netopljivi oblik pektina, protopektin, daje čvrstoću plodu (u većim količinama nalazi se u nezrelim plodovima). Protopektin tijekom dozrijevanja djelovanjem enzima protopektinaze prelazi u topljivi pektin, pektinsku i pektininsku kiselinu. To je pouzdan znak fiziološke zrelosti plodova koji se koristi pri određivanju roka berbe jer se može mjeriti i objektivno utvrđivati. Na tvrdoću ploda utječu: sorta, okolišni uvjeti, stupanj zrelosti, prirod, veličina ploda i sadržaj kalcija. Nadalje, tvrdoća ovisi i o gnojdbi različitim količinama dušičnih gnojiva i vlažnosti tla (Đurović, 2021). U sušnim godinama i uz visoke temperature koje uvjetuju prisilno dozrijevanje, plodovi su tvrdi, nego u vlažnim godinama, odnosno uz navodnjavanje (Miljković, 2021). Kako bi gubitci prilikom berbe, transporta i skladištenja bili što manji, a plodovi zadržali što bolju kakvoću do dolaska na tržište važno je da se rokovi berbe poklapaju s vremenom optimalne tvrdoće plodova za berbu. Reig i sur. (2015). utvrdili su veliku varijabilnost za tvrdoću ploda između istraživanih sorti jabuke.

Značajnu varijabilnost u tvrdoći plodova jabuke u svojim istraživanjima utvrdili su i Karatas i sur. (2022), Salkić i sur. (2017), Milinović i sur. (2017).

Refraktometrijski indeks označava količinu topljive suhe tvari u staničnom soku tkiva ploda. Topljivu suhu tvar čine šećeri i nešećerne komponente. Tijekom rasta i razvoja plodova hranjive tvari pohranjene su u obliku škroba koji se tijekom zriobe pretvara u šećere. Pritom se povećava razina šećera odnosno količina topljive suhe tvari čime je određena slatkoća ploda. Udio topljive suhe tvari u voćnom soku može se odrediti pomoću instrumenta refraktometra. Za pojedine sorte ustanovljene su vrijednosti topljive suhe tvari za optimalni rok berbe. U pojedinim godinama, ovisno uglavnom o klimatskim prilikama refraktometrijska vrijednost može varirati kod pojedinih sorti (Miljković, 2021). Morfološku raznolikost 30 autohtonih sorti jabuke u Crnoj Gori istraživali su Božović i sur. (2015) te su utvrdili veliku varijabilnost između sorti u udjelu topljive suhe tvari. Prosječan udio topljive suhe tvari analiziranih sorti jabuke u istraživanjima koja su proveli Hassan i sur. (2017) i Meland i sur. (2024) kretao se u širokom rasponu što ukazuje na značajnu varijabilnost između sorata.

Ukupne kiseline su važan sastavni dio okusa ploda te zajedno s topljivom suhom tvari i aromama doprinose ukupnom senzoričkom doživljaju (Nour i sur. 2010). Prirodne organske kiseline mogu biti slobodne ili u obliku estera. U plodu jabuke ih ima prosječno 0,1 – 2 %. Kiseline daju voću kisel okus i usporavaju djelovanje bakterija, odnosno kvarenje, a metoda koja se primjenjuje za određivanje ukupnih kiselina je acidimetrija (Skendrović Babojelić i Fruk 2016). U procesu zriobe dolazi do promjene u količini kiseline. Kakvoću ploda u velikoj mjeri određuje količina kiseline, a posebno omjer kiseline i šećera (Miljković, 2021). Vrlo značajne razlike između analiziranih sorti jabuke u sadržaju ukupnih kiselina u svojim istraživanjima utvrdili su Meland i sur. (2024) i Morariu i sur. (2025).

Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina pokazatelji su zrelosti plodova i organoleptičkih svojstava na kojima se temelji senzorni doživljaj pri konzumaciji svježeg voća. Prilikom procesa dozrijevanja dolazi do transformacije i promjene omjera između ovih komponenti. Škrob se razgrađuje na šećere, dolazi do nakupljanja šećera i razgrađivanja ukupnih kiselina. Adekvatan omjer šećera i kiselina voću daje osvježavajući i skladan okus. Značajne razlike u omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina kod 25 istraživanih sorti jabuke utvrdili su Meland i sur. (2024).

Reakcija soka, odnosno pH vrijednost predstavlja negativni dekadni logaritam množinske koncentracije vodikovih iona (potencijal vodikovih iona) u otopini. Broj koji služi kao mjera za kiselost, odnosno bazičnost (alkalitet). Prosječna kiselost voća izražava se kao pH. Prema ukupnoj kiselosti, voće dijelimo na slabo kiselo: $\text{pH} > 5$, srednje kiselo: $\text{pH} 5 - 4,5$, kiselo:

pH 4,5 - 3,5 i jako kiselo: pH <3,35 (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Vrijednosti pH analiziranih plodova sorti jabuke u istraživanju koje su proveli Cice i sur. (2023) su se uvelike razlikovale ovisno o sorti.

Rezultati analiza svojstava svih navedenih istraživanja su pokazali visok stupanj fenotipske raznolikosti za analizirana svojstva između istraživanih genotipova jabuke.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Objekt istraživanja

Hrvatska nacionalna banka germplazme jabuke najveća je *ex situ* kolekcija jabuke u Republici Hrvatskoj (Slika 1.), a utemeljena je u sklopu Nacionalnog programa očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj. U sklopu kolekcijskog nasada nalazi se 20-ak voćnih vrsta zastupljenih s oko 600 sorti, klonova i genotipova. Kolekcijski nasad (150–180 m nadmorske visine) podignut je u Donjoj Zelini (45°55'12'' N 16°14'42'' E) koja administrativno pripada Gradu Svetom Ivanu Zelini (Zagrebačka županija), u sastavu pokušališta Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu, Centra za voćarstvo i povrćarstvo. U kolekcijom nasadu zasađeno je 169 primki tradicionalnih sorti jabuke koje su prikupljene uglavnom u kontinentalnom dijelu Hrvatske iz privatnih amaterskih kolekcija te dijelom iz starijih nasada i okućnica, a manjim dijelom iz rasadnika (sorte brisane sa Popisa sorti voćnih vrsta). Imena genotipova preuzeta su od voćara amatera s terena, izuzev malog broja sorata iz rasadnika čija su imena preuzeta od rasadničara. Primke su upisane u Hrvatsku bazu podataka o biljnim genetskim izvorima (engl. *Croatian Plant Genetic Resources Database*). U nasadu se nalazi i velik broj referentnih sorti jabuke.



Slika 1. *Ex situ* kolekcijski nasad tradicionalnih sorti jabuke u sklopu pokušališta HAPIH-a u Donjoj Zelini

Prikupljene plemke primki jabuke cijepljene su na vegetativnu podlogu MM 106 i proizvedene su po četiri sadnice svake primke koje su zasađene u kolekcijski nasad u razdoblju od 2013. do 2017. godine na razmak 3,6 x 2,5 m. Stabla svakog genotipa su adekvatno označena. Formirani uzgojni oblik je nepravilna palmeta s kosim granama. Prosječne godišnje temperature u nasadu iznose 10,7 °C s ukupno 855,1 mm oborina godišnje. Nasad je zasađen na pseudoglejnom tipu tla, pH vrijednosti 5,89 i sadržajem humusa od 1,11 %. Kolekcijski nasad je prekriven protugradnom mrežom, primjenjuje se sustav natapanja kap po kap, međuredni prostor zasijan je travnom smjesom, a pojas ispod stabala se održava strojem za mehaničko uklanjanje korova. Redovno se provode sve agrotehničke i pomotehničke mjere poput rezidbe, gnojidbe, održavanja tla te zaštite od bolesti i štetnika.

3.2. Genetičke analize

U postupku genetičkih analiza ovog istraživanja korištena su dva sustava biljega (mikrosateliti i jednonukleotidni polimorfizmi).

3.2.1. Biljni materijal

Reprezentativni listovi za DNA analizu uzorkovani su u proljeće 2016., 2017. i 2018. godine s jednog stabla za svaki od odabranih genotipova iz kolekcijskog nasada Hrvatske nacionalne banke germplazme jabuke (Slika 2. a i b). Uzeti su najmlađi vršni listovi iz razloga jer sadrže najmanje polifenola i polisaharida te izolacija DNA iz ovakvog tkiva rezultira većim prinosima i boljoj čistoći DNA. Uzorkovano je do 10 listova koji su stavljani u filter papir koji je potom stavljen u PVC vrećice sa zip zatvaračem. Svaki uzorak je adekvatno označen i svi uzorci su zapakirani u kartonsku kutiju i poslani brzom dostavom (avionom) u roku manjem od 24 sata u laboratorij u East Malling (UK) gdje su uzorci preuzeti i pripremljeni za analizu.



a

b

Slika 2. a i b. Prikupljanje uzoraka listova za genetičke analize u kolekcijskom nasadu Donja Zelina

3.2.2. SSR (engl. *Simple sequence repeats*) genotipizacija

Istraživanje je provedeno na 169 tradicionalnih primki jabuke te 11 standardnih sorti (sorte koje imaju najveću proizvodnu i upotrebnu vrijednost; 'Jonagold', 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Idared', 'Fuji', 'Pinova', 'Summerred', 'Royal Gala', 'Elstar', 'Braeburn' i 'Topaz'). Ekstrakcije DNA obavljene su za uzorak lista svakog genotipa korištenjem *Silica bead method* (SBM) protokola za ekstrakciju DNA prema protokolu Edge-Garza i sur. (2014). Uzorci su resuspendirani u Tris-HCl puferu i po potrebi razrijeđeni upotrebom sterilne destilirane vode za upotrebu u genotipizaciji lančane reakcije polimeraze (PCR). Genotipizaciji istraživane germplazme su priključeni i referentni genotipovi ('Worcester Pearmain', 'M9', 'M27', 'Michelin', 'Fiesta' i 'Robusta 5') kao referentni uzorci DNA zbog usporedbe distribucije podataka. Za analizu uzoraka jabuke korišteno je dvanaest (12) genotipskih mikrosatelitnih (SSR) biljega iz NIAB EMR seta za genotipizaciju (Tablica 1.). Ovih 12 biljega prethodno je korišteno za izradu baze podataka, a ovdje su korišteni kako bi se dobiveni profili usporedili s postojećima. Za svaki genotip napravljen je profil sa svim biljezima. Profili su dobiveni korištenjem Applied Biosystems 3110 Prism Genetic Analyzer (Applied Biosystems, Foster City, CA, SAD). Podaci su prikupljeni i analizirani pomoću softverskih aplikacija GENESCAN i GENOTYPER (Applied Biosystems, Foster City, CA, SAD). Veličine alela koje je procijenio softver operater je zatim zaokružio na cijeli broj i prilagodio u skladu s profilima uključenih standarda. Profili svih uzoraka uspoređeni su s odgovarajućim bazama podataka koje sadrže profile više od 2000 uzoraka jabuke iz Nacionalne zbirke voćaka u Brogdaleu, zbirke Tamar Valley (TV) i zbirke Irskog udruženja čuvara sjemena (ISSA).

3.2.3. SNP (engl. *Single nucleotide polymorphism*) genotipizacija

Istraživanje vezano uz SNP genotipizaciju provedeno je na 23 prethodno utvrđena jedinstvena tradicionalna genotipa i osam standardnih sorti jabuke koji su nasumično odabrani zbog vrlo velike razlike u troškovima genotipizacije između mikrosatelita i SNP čipa. Za provedbu SNP genotipizacije listovi genotipova su uzorkovani 2019. godine i odmah su zamrznuti na - 80 °C kako bi se sačuvao genetski materijal za daljnje analize. Genomska DNA je potom izolirana iz uzoraka pomoću NucleoSpin Plant II mini kompleta za ekstrakciju DNA iz biljaka (Macherey-Nagel, Dueren, Njemačka), slijedeći priloženi protokol proizvođača. Nakon ekstrakcije DNA, kvaliteta i kvantiteta genomske DNA procijenjene su korištenjem standardne metode kontrole kvalitete. Nakon toga, uzorci su genotipizirani korištenjem Axiom® Apple 480 K SNP niza (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, SAD) (Bianco i sur., 2016)

Tablica 1. Sekvence početnica 12 mikrosatelitnih (SSR) biljega korištenih u genetičkoj analizi

Lokus	Uzvodna početnica (engl. Forward primer)	Nizvodna početnica (engl. Reverse primer)	Literaturni izvor
CH04c07	GGCCTTCCATGTCTCAGAAG	CCTCATGCCCTCCACTAACA	Liebhard i sur. (2002)
CH01h10	TGCAAAGATAGGTAGATATATGCCA	AGGAGGGATTGTTTGTGCAC	Liebhard i sur. (2002)
CH01h01	GAAAGACTTGCAGTGGGAGC	GGAGTGGGTTTGAGAAGGTT	Liebhard i sur. (2002)
Hi02c07	AGAGCTACGGGGATCCAAAT	GTTTAAGCATCCCGATTGAAAGG	Silfverberg-Dilworth i sur. (2006)
CH01f02	ACCACATTAGAGCAGTTGAGG	CTGGTTTGTTTTCTCCAGC	Liebhard i sur. (2002)
CH01f03b	GAGAAGCAAATGCAAAACCC	CTCCCCGGCTCCTATTCTAC	Liebhard i sur. (2002)
GD12	TTGAGGTGTTTCTCCCATTGGA	CTAACGAAGCCGCCATTTCTTT	Hokanson i sur. (1998)
GD147	TCCCGCCATTTCTCTGC	GTTTAAACCGCTGCTGCTGAAC	Hokanson i sur. (1998)
CH04e05	AGGCTAACAGAAATGTGGTTTG	ATGGCTCCTATTGCCATCAT	Liebhard i sur. (2002)
CH02d08	TCCAAAATGGCGTACCTCTC	GCAGACACTCACTCACTATCTCTC	Liebhard i sur. (2002)
CH02c11	TGAAGGCAATCACTCTGTGC	TTCCGAGAATCCTCTTCGAC	Liebhard i sur. (2002)
CH02c09	TTATGTACCAACTTTGCTAACCTC	AGAAGCAGCAGAGGAGGATG	Liebhard i sur. (2002)

3.3. Fenotipske analize

Fenotipske analize obuhvatile su opažanja i mjerenja morfoloških i fenoloških svojstava istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke.

3.3.1. Istraživane sorte i genotipovi

Ukupno je analizirano 169 tradicionalnih genotipova jabuke. Uporabom biljega niske rezolucije (SSR) u kolekcijskom nasadu utvrđeno je 55 viškova u obliku sinonima i duplikata, kod 55 genotipova je potvrđen identitet usporedbom s međunarodnom bazom gdje se radi o poznatim međunarodnim sortama, a za preostalih 59 genotipova je utvrđeno kako se radi o jedinstvenim tradicionalnim genotipovima. U dodatnoj analizi pomoću biljega visoke rezolucije (SNP) za analizu su odabrana 23 tradicionalna genotipa, od kojih je potvrđeno 19 jedinstvenih tradicionalnih genotipova, dok se kod preostala četiri genotipa radilo o poznatim međunarodnim sortama, tako da je ukupan broj poznatih međunarodnih sorti 59. U hrvatskoj germplazmi jabuke postoji 55 jedinstvenih tradicionalnih genotipova koji nisu evidentirani u međunarodnim kolekcijama odnosno bazama. U daljnje morfološke analize su uzeti samo jedinstveni tradicionalni genotipovi, njih 48, na kojima su provođena daljnja istraživanja, a preostalih sedam jedinstvenih genotipova nije bilo moguće objektivno procijeniti i analizirati iz razloga što navedene primke nisu bile u zadovoljavajućem stadiju razvoja za procjenu / analizu (nedovoljno razvijena stabla, nedovoljan broj ili izostanak plodova), stoga nisu uključene u ovo istraživanje.

Istraživani jedinstveni tradicionalni genotipovi: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Ferdekelca', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Križara', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka' ('Florianer Rosmarin'), 'Senabija', 'Slačica', 'Slavonska srčika – Karolina', 'Slavonska srčika – Podravina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Špička', 'Tvrđika', 'Železnica' i 'Žuta zimska'.

Istraživane standardne sorte: 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Pinova', 'Red Delicious', 'Royal Gala', 'Summerred' i 'Topaz'.

3.3.2. Morfološke analize

Morfološki opis proveden je prema standardnim protokolima i deskriptorima: Protokol za testove različitosti, ujednačenosti i postojanosti (CPVO-TP/14/2) i deskriptora za karakterizaciju i procjenu genetičkih resursa jabuke (ECPGR).

Na temelju spomenutih protokola, vizualnom procjenom pojedinih organa utvrđena su fenotipska svojstva: stabla (bujnost, tip rasta, habitus), jednogodišnjih izbojaka (debljina, duljina, boja, dlakavost, lenticеле), lista (duljina, širina, odnos duljine i širine, boja, urezi na rubu lista, dlakavost), cvijeta (boja, raspored latica, položaj njuške tučka u odnosu na prašnike) i ploda (oblik, boja, čaška, lenticеле i dr.). Paralelno uz opis svojstava prema navedenim deskriptorima provedeno je i fotografiranje stabla, jednogodišnjeg izbojka, lista, cvijeta i ploda svakog istraživanog jedinstvenog genotipa.

Stablo

Vizualna procjena tipa i habitusa stabla provedena je tijekom zimskog mirovanja, a procjena bujnosti stabla provedena u završnoj fazi intenzivnog vegetativnog rasta tijekom ljetnih mjeseci. Za svako svojstvo naveden je opis i brojčana vrijednost:

- bujnost: vrlo slaba (1), slaba (3), srednja (5), jaka (7)
- tip rasta: stupolik (1), razgranat (2)
- habitus (samo za sorte s razgranatim tipom rasta): uspravan (1), raširen (2), obješen (3), viseći (4)

Jednogodišnji izbojak

Procjenjivani su jednogodišnji izbojci koji se nalaze na lateralnim granama u fazi zimskog mirovanja. Svojstva jednogodišnjeg izbojka (debljina, dužina internodija, boja na osunčanoj strani i broj lenticela) promatrana su u srednjoj trećini jednogodišnjeg vegetativnog izbojka, dok je dlakavost promatrana na gornjoj polovici jednogodišnjeg izbojka. U daljnjem tekstu navedeni su opis i brojčana vrijednost svakog praćenog svojstva:

Debljina: tanak (3), srednji (5), debeli (7), vrlo debeli (9)

Duljina internodija: vrlo kratki (1), kratki (3), srednji (5), dugački (7)

Boja na osunčanoj strani: zelenosmeđa (1), crvenosmeđa (2), svijetlosmeđa (3), srednjesmeđa (4), tamnosmeđa (5)

Dlakavost na gornjoj polovici: nije prisutna ili vrlo slaba (1), slaba (3), srednja (5), jaka (7), vrlo jaka (9)

Prisutnost lenticela: malobrojne (3), srednje brojne (5), mnogobrojne (7)

List

Evaluacija lista obavljena je na potpuno razvijenim listovima srednje trećine bujnih izbojaka izraslih u tekućoj vegetacijskoj sezoni koji se nalaze s vanjske strane krošnje u ljeto kada je stablo u završnoj fazi intenzivnog vegetativnog rasta. Procjenjivana je duljina, širina, omjer duljine i širine lista, intenzitet zelene boje i nazubljenost ruba lista. Nazubljenost ruba lista se ocjenjuje prema prevladavajućem tipu nazubljenosti na gornjoj polovici lista.

Duljina: vrlo kratka (1), kratka (3), srednja (5), dugačka (7)

Širina: uska (3), srednja (5), široka (7)

Omjer duljine i širine: mali (3), srednji (5), veliki (7)

Intenzitet zelene boje: svijetlozelen (3), srednje zelen (5), tamnozelen (7)

Nazubljenost ruba lista (gornja polovica): oblo nazubljeni (1), dvostruko oblo nazubljeni (2), oštro nazubljeni tip 1 (3), oštro nazubljeni tip 2 (4), dvostruko oštro nazubljeni (5)

Dlakavost naličja: nije prisutna ili slaba (1) srednja (2), jaka (3)

Cvijet

Opisivani su cvijetovi u fazi balona i u punoj cvatnji kada su cvjetovi potpuno otvoreni. Faza balona je fenološka faza u razvoju cvijeta u kojoj je čaška otvorena, a laticice su jasno vidljive i zatvorene te prekrivaju unutarnje organe cvijeta. U navedenoj fazi promatrana je boja laticice.

Prevladavajuća boja u fazi balona: bijela (1), žućkastoružičasta (2), svijetloružičasta (3), tamnoružičasta (4), srednje crvena (5), tamnocrvena (6), ljubičasta (7).

Procjena otvorenih cvjetova je provedena na postranim cvjetovima u cvatu (gronji) na početku otvaranja prašnika.

Raspored laticice: slobodne (1), dodiruju se (2), preklapaju se (3).

Plod

Vizualna procjena ploda je provedena na 10 tipičnih plodova uzetih iz uzorka od minimalno 20 plodova ubranih u tehnološkoj zrelosti. Opisivan je osnovni oblik, osnovna boja, relativna površina prekrivena dopunskom bojom, nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom, intenzitet i struktura dopunske boje.

Osnovni oblik: valjkast sa strukom (1), koničan (2), jajolik (3), valjkast (4), elipsoidan (5), okruglast (6), obrnuto elipsoidan (7)

Boja

Osnovna boja: nije vidljiva (1), bijeložuta (2), žuta (3), bijelozelena (4), žutozelena (5), zelena (6)

Relativna površina prekrivena dopunskom bojom: nije prisutna ili vrlo mala (1), mala (3), srednja (5), velika (7), vrlo velika (9)

Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom: narančastocrvena (1), ružičastocrvena (2), crvena (3), ljubičastocrvena (4), smeđecrvena (5)

Intenzitet dopunske boje: svijetla (3), srednja (5), tamna (7)

Struktura dopunske boje: crvena bez primjesa (1), crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama (2), crvena bez primjesa s jako izraženim prugama (3), slabo izraženo crvenilo s jako izraženim prugama (4), prugasta (bez crvenila) (5), crvena i prošarana (6), crvena, prugasta i prošarana (7)

Čaška

Udubljenje: nije prisutno ili slabo izraženo (1), umjereno izraženo (2), jako izraženo (3)

Veličina: mala (3), srednja (5), velika (7)

Lenticle

Prisutnost: malobrojne (3), srednje brojne (5), mnogobrojne (7)

Veličina: male (3), srednje (5), velike (7)

3.3.3. Fenološka opažanja

Fenološka opažanja obuhvatila su utvrđivanje faza cvatnje prema BBCH-skali (njem. *Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie*, enlg. *Phenological growth stages and identification keys of pome fruit*) te utvrđivanje optimalnog roka berbe istraživanih genotipova.

Praćene su tri fenofaze cvatnje:

BBCH 61 – Početak cvatnje: oko 10 % otvorenih cvjetova

BBCH 65 – Puna cvatnja: otvoreno najmanje 50 % cvjetova i otpadaju prve latice

BBCH 69 – Kraj cvatnje: sve latice su otpale

Temeljem utvrđenog datuma nastupa određene fenofaze izrađen je fenogram cvatnje (engl. *Growth stages of mono-and dicotyledonous plants*, BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001.)

Pomoću ECPGR deskriptora za karakterizaciju i procjenu genetičkih resursa jabuke izrađena je modificirana skala vremena cvatnje (Tablica 2.) temeljem trogodišnjeg praćenja fenofaza cvatnje četiri referentne sorte srednjeg vremena cvatnje ('Elstar', 'Jonagold', 'Zlatna Zimska Parmenka' i 'Zvonolika') u agroekološkim uvjetima kolekcijskog nasada u Donjoj Zelini. Utvrđeni prosječan datum pune cvatnje navedenih sorti je uzet kao nulti (21. travanj) i dodavanjem odnosno oduzimanjem po tri dana napravljena je skala od ekstremno ranih do ekstremno kasnih sorti temeljem koje su raspoređeni istraživani genotipovi u određenu kategoriju vremena cvatnje.

Tablica 2. Modificirana skala za određivanje vremena cvatnje istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke

Vrijeme cvatnje	Razlika u prosječnim danima	Primjer referentnih sorti s nultim prosječnim datumom pune cvatnje
Ekstremno rano	/	/
Vrlo rano	-9	
Rano	-6	
Srednje rano	-3	
Srednje	0	'Elstar', 'Jonagold', 'Zlatna Zimska Parmenka' (21. travanj)
Srednje kasno	+3	
Kasno	+6	
Vrlo kasno	+9	
Ekstremno kasno	/	/

Korištenjem ECPGR deskriptora za karakterizaciju i procjenu genetičkih resursa jabuke napravljena je i modificirana skala vremena dozrijevanja (Tablica 3.) odnosno utvrđen je optimalan rok berbe temeljem trogodišnjeg praćenja vremena dozrijevanja referentnih sorti navedenih u Tablici 3. u agroekološkim uvjetima kolekcijskog nasada u Donjoj Zelini. Utvrđeni prosječan datum dozrijevanja referentnih sorti srednjeg vremena dozrijevanja ('Gala' i 'Elstar') je određen kao nulti (5. rujan) te je dodavanjem odnosno oduzimanjem određenog broja dana

izrađena skala od ekstremno ranih do ekstremno kasnih sorti temeljem koje su raspoređeni istraživani genotipovi u određenu kategoriju vremena dozrijevanja.

Tablica 3. Modificirana skala za vrijeme dozrijevanja ploda istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke

Tehnološka zrelost	Primjer referentnih sorti	Datum dozrijevanja (modificirano prema lokalitetu Donja Zelina)	Razlika u danima dozrijevanja u odnosu na referentne sorte
Ekstremno rano	/	prije 13.7.	dozrijevanje 55 dana prije (– 55)
Vrlo rano	‘Bjeličnik’	između 13.7. i 28.7.	-55 do -40
Rano	‘Discovery’, ‘Melba’	između 29.7. i 11.8.	-39 do -26
Srednje rano	‘James Grieve’, ‘Gravenstein’,	između 12.8. i 25.8.	-25 do -11
Srednje	‘Gala’, ‘Elstar’	nulti dan (5.9.) između 26.8. i 15.9.	± 10
Srednje kasno	‘Golden Delicious’, ‘Jonagold’	između 16.9. i 30.9.	+11 do +25
Kasno	‘Idared’	između 1.10. i 14.10.	+26 do +39
Vrlo kasno	‘Fuji’	između 15.10. i 30.10.	+40 do +55
Ekstremno kasno		nakon 30.10.	dozrijevanje 55 dana nakon referentne sorte (+55)

3.3.4. Analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava

Analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava 48 jedinstvenih genotipova jabuke (temeljena na rezultatima SSR analize) i 11 standardnih sorata provedene su u Centru za voćarstvo i povrćarstvo, Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu. Uzorci plodova istraživanih genotipova i sorti ubrani su u optimalnom roku tehnološke zrelosti i transportirani u laboratorij, gdje je izdvojeno 20 zdravih plodova po genotipu / sorti na kojima su provedene analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstva (masa, visina, širina i indeks oblika ploda, duljina peteljke, širina peteljke, tvrdoća ploda, udio topljive suhe tvari, ukupne kiseline, omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina te pH vrijednost) (Slika 3.). Plodovi svakog genotipa / sorte su i fotografirani digitalnim fotoaparatom (Olympus SP-570UZ, Tokio, Japan) i to na način da je fotografirano šest plodova prikazanih u različitom položaju i s različitim strana: s gornje strane

gdje je vidljiva peteljka ploda, zatim s donje strane gdje je vidljiva čaška, s osunčane strane ploda gdje je obično bolje izražena dopunska boja ploda, zatim s neosunčane strane gdje je obično vidljivija osnovna boja ploda te uzdužni i poprečni presjek ploda. Po jedan karakterističan plod za svaki genotip fotografiran je i na stablu u nasadu prije berbe.



Slika 3. Priprema plodova za morfološke, pomološke i fizikalno - kemijske analize

Masa ploda

Masa ploda utvrđena je pomoću digitalne analitičke vage (Adventurer Pro AV812, OHAUS Corporation, Parsippany, NJ, SAD), a vrijednosti su izražene u gramima (g) na dvije decimale (Slika 4.).



Slika 4. Digitalna analitička vaga (Adventurer Pro AV812, OHAUS Corporation, Parsippany, NJ, SAD)

Visina i širina ploda te duljina i debljina peteljke ploda

Visina (VP) i širina (ŠP) ploda, te duljina (DUP) i debljina peteljke (DEP), utvrđeni su digitalnim pomičnim mjerilom (Mitutoyo, Kawasaki-shi, Japan), a vrijednosti su izražene u milimetrima (mm) na dvije decimale (Slika 5.).



Slika 5. Digitalno pomično mjerilo (Mitutoyo, Kawasaki-shi, Japan)

Indeks oblika ploda

Indeks oblika ploda izračunat je kao omjer visine i širine ploda temeljem prethodno utvrđenih vrijednosti visine i širine ploda.

Tvrdoća ploda

Tvrdoća ploda (kg/cm^2) utvrđena je digitalnim penetrometrom (TR Turoni, Forli, Italija). Na četiri nasuprotne strane najšireg dijela ploda okomitim rezom je odstranjen oko 1 cm^2 kože i sonda (promjera 11,3 mm) se utisnuta u meso ploda do dubine od 10 mm te je očitana vrijednost. Vrijednost tvrdoće svakog pojedinog ploda predstavlja prosječna vrijednost dobivena iz četiri mjerenja i izražena je u kg/cm^2 . (Slika 6.).



Slika 6. Digitalni penetrometar (TR Turoni, Forli, Italija)

Topljiva suha tvar

Sok iz ploda iscijeđen je električnim sokovnikom i korišten je za utvrđivanje udjela topljive suhe tvari (izraženog u °Brix) digitalnim refraktometrom (ATAGO PAL-1, Minato, Tokio, Japan) (Slika 7.). Nekoliko kapi soka ploda naneseo je na prizmu refraktometra i pritiskom na tipku pokrene se postupak mjerenja te je nakon nekoliko sekundi na ekranu refraktometra vidljiva utvrđena vrijednost topljive suhe tvari u soku ploda. Vrijednosti su očitavane pri temperaturi od 20 °C.



Slika 7. Digitalni refraktometar (ATAGO PAL-1, Minato, Tokio, Japan)

Ukupne kiseline

Ukupne kiseline (izražene u postocima jabučne kiseline po 100 mL soka, %) izmjerene su Titratorom EasyPlus (Mettler Toledo, Columbus, OH, SAD) (Slika 8.).

Postupak pripreme uzorka

Plod se prvo nožem izreže na manje dijelove (bez sjemenjače) i potom se usitni štapnim mikserom. Na analitičkoj vagi se u čašicu za titraciju odvagane 2 do 3 g usitnjenog ploda, a masu uzorka je potrebno zapisati. Čašica se zatim dopuni destiliranom vodom do oznake od 40 mL i stavi se magnet za miješanje uzorka koji je na dnu čašice.



Slika 8. Titrator EasyPlus (Mettler Toledo, Columbus, OH, SAD)

Postupak mjerenja uzorka

Čašica s pripremljenim uzorkom se stavi na postolje uređaja predviđeno za čašicu i zatim se poklopac s elektrodom i cjevčicom za titrator spusti u čašicu s uzorkom. Uređaj se uključi, a potom se na ekranu uređaja pritisne tipka za pokretanje analize nakon čega se upiše ranije izvagana količina uzorka i nakon toga pritisne tipka za pokretanje postupka titracije. Nakon završene titracije na ekranu titratora se pokažu tri vrijednosti: očitana pH vrijednost, VEP vrijednost koja predstavlja utrošak lužine za titraciju u mL i vrijednost kiselina u uzorku.

Postupak preračunavanja u % ukupnih kiselina izraženih kao jabučna

Dobivena vrijednost utrošene lužine za titraciju, količina uzorka te faktor za preračunavanje kiselina potrebni su podaci za preračunavanje u % ukupnih kiselina izraženih kao jabučna.

Za preračunavanje u % ukupnih kiselina korištena je slijedeća formula (Zhang i sur., 2023):

$$\text{Ukupne kiseline (\%)} = \frac{A \times F \times 10}{D}$$

A = utrošak lužine za titraciju u mL (VEP vrijednost koju pokazuje titrator)

F = faktor za preračunavanje kiselina (0,067 za jabučnu kiselinu)

D = količina uzorka u titriranoj tekućini u g

Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina

Omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina izračunat je iz podataka o udjelu topljive suhe tvari i ukupnih kiselina utvrđenih prethodno opisanim postupcima. Vrijednost topljive suhe tvari podijeli se s izračunatom vrijednošću ukupnih kiselina.

pH vrijednost

pH vrijednost utvrđena je ranije spomenutim Titratorom EasyPlus (Mettler Toledo, Columbus, OH, SAD) (Slika 8.). Navedeni uređaj u sebi ima integrirani pH-metar te u jednom postupku mjeri i pH vrijednost i ukupne kiseline. Opis pripreme uzorka za analizu je opisan u dijelu o određivanju ukupnih kiselina.

3.4. Statistička analiza i statističke metode

3.4.1. Biostatističke analize molekularnih podataka

3.4.1.1. Analiza podataka SSR

Statistička obrada molekularnih podataka dobivenih analizom DNA biljega niske rezolucije (mikrosatelita), provedena je pomoću računalnog programa za populacijsku genetiku SPAGeDI1.2 (Hardy i Vekemans, 2002). Izračunata je alelna učestalost, raspon veličine alela (bp), genetička raznolikost (Nei, 1978), kao i F statistika (Weir i Cockerham, 1984) za diploidne i triploidne genotipove jabuke. AMOVA (Analiza molekularne varijance) provedena je R programom (R Core Team, 2020.) koristeći 'polysat' (Clark i Jasieniuk, 2011.), 'adegenet' (Jombart, 2008.) i 'vegan' (Oksanen i sur., 2020.) pakete. Sve analize provedene su uz bootstrap sa 1000 permutacija. Ispitivanje genetičke strukture izvršeno je Bayesovskom

analizom u računalnom programu STRUCTURE (Pritchard i sur., 2000). Podešene su vrijednosti za Length of Burning Period (200000) i Number of Markov chain Monte Carlo (MCMC) Reps after Burning (500000). Definiran je broj pretpostavljenih grupa (K=5) sa tri ponavljanja. Nakon završene analize, vrijednost K je određena upotrebom Structure harvester ver. 0.6.1 (Earl i von Holdt, 2011) s ciljem identifikacije najvjerojatnije K vrijednosti. Svi istraživani genotipovi su naknadno svrstani u pojedinačne skupine ili RPP-a (rekonstruirane panmiksijske populacije), prema kojoj su pokazivali vjerojatnost pripadnosti veću od 80%. Jaccardova matrica udaljenosti za SSR podatke izračunata je R programom (R Core Team, 2020.) koristeći paket 'phileentropy' (Drost, 2018.).

Dendrogram baziran na neponderiranoj metodi za sparivanje skupina na temelju prosječnih vrijednosti UPGMA, temeljen na Jaccardovoj matrici udaljenosti, konstruiran je pomoću softvera MEGA 6 (engl. *Molecular Evolutionary Genetics Analysis*) (Tamura i sur., 2013.).

Stupčasti dijagram rezultata Bayesovske analize genetičke strukture generiran je korištenjem internetskog softvera "Structure Plot v2.0" (Ramasamy i sur., 2014.). Cilj je Bayesovske analize populacijske strukture utvrditi optimalan broj skupina radi razvrstavanja jedinki u genetski različite skupine pretpostavljajući Hardy-Weinbergovu razvnotežu, kao i ravnotežu vezanosti gena (engl. *linkage equilibrium*) unutar svake skupine (Pritchard i sur., 2000; Corander i sur., 2003). Nakon utvrđivanja optimalnog broja skupina (K) moguće je procijeniti pripadnost jedinki pojedinim skupinama tako da se izračunava udio genoma svake jedinke koji potječe iz određene genetske skupine, odnosno izvorne populacije (engl. *ancestral population*) (Pejić i sur., 2022).

FCA (Faktorijalna korespondentna analiza) provedena je i iscertana R programom (R Core Team, 2020.) koristeći sljedeće pakete: gee (Carey, 2019.), arules (Hahsler i sur., 2011.), combinat (Chasalow, 2015.), ade4 (Thioulouse i sur., 2018), rgl (Murdoch i Adler, 2021) i dijagram raspršenosti (Ligges i Mächler, 2003).

3.4.1.2. Analiza podataka SNP

Statistička obrada molekularnih podataka dobivenih analizom DNA biljega visoke rezolucije (480 K SNP čip), za svih 31 testiranih genotipova provedena je pomoću računalnog programa PLINK 1.9 (Purcell i sur., 2007). SNP-ovi su prorijeđeni zbog neravnoteže vezanosti gena (LD - Linkage disequilibrium) metodom klizećeg prozora pomoću naredbe '--indep-pairwise 50 5 0,5'. To je uključivalo analizu parova unutar prozora od 50 SNP-ova, uklanjanje jednog SNP ako LD je premašio 0,5, te pomakom od 5 biljega i ponavljanjem dane procedure.

Skraćeni skup od 117 K SNP-ova poslužio je kao osnova za izračunavanje identiteta po podrijetlu odnosno analizu zajedničkog pretka (IBD - Identity by descent). Izračunat je i parametar 'PI_HAT' pomoću računalnog programa PLINK 1.9. s ciljem identifikacije odnosa između genotipova. Odnosno kako bi se otkrili odnosi prvog stupnja između genotipova. Dobiveni SNP podaci uspoređeni su sa SNP profilima iz tekućeg pedigrea studija rekonstrukcije (Denancé i sur., 2020, Howard i sur., 2021). Razina ploidnosti SNP podataka procijenjena je pomoću softvera axiomFP.py v 1.2 (Konjić i sur., 2024).

3.4.2. Analiza podataka pomoloških i fizikalno – kemijskih svojstava ploda

3.4.2.1. Deskriptivna statistika i analiza varijance pomoloških i fizikalno - kemijskih svojstava

Za analizu razlika između dviju skupina (jedinostvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke) te pojedinih genotipova / sorti prvo je provedena ugniježđena analiza varijance (engl. *nested ANOVA*) za pomološka (masu, visinu, širinu i indeks oblika ploda, te duljinu i debljinu peteljke) i fizikalno - kemijska svojstva ploda (tvrdoću, topljivu suhu tvar, ukupne kiseline i omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina i pH) koristeći PROC NESTED proceduru u statističkom programu SAS Studio 3.81 (SAS Institute, Cary Sjeverna Karolina, SAD). Ukoliko su hijerarhijski učinci bili statistički značajni, za pojedina svojstva provedena je univarijatna analiza varijance (ANOVA) korištenjem postupka PROC MIXED (SAS Institute, 2004). *Post hoc* usporedbe srednjih vrijednosti istraživanih svojstava provedene su korištenjem Tukeyjevog studentskog testa raspona na $P < 0,05$.

Konačni podaci prikazani su kao srednje vrijednosti analiziranih svojstava (srednja vrijednost $\pm$ SEM; SEM, standardna pogreška srednje vrijednosti).

Kutijasti dijagrami (engl. *boxplot*) su korišteni za usporedbu genotipova, koji su podijeljeni u dvije skupine (jedinostveni tradicionalni genotipovi i standardne sorte), pri čemu svaki pokazuje minimalne vrijednosti, donji, srednji, gornji kvartil i maksimalne vrijednosti svojstava po grupi.

3.4.2.2. Analiza glavnih komponenti

Provedena je analiza glavnih komponenti (PCA) na temelju pomoloških (masa, visina, širina i indeks oblika ploda, te duljina i debljina peteljke) i fizikalno-kemijskih svojstava ploda (tvrdoća, topljiva suha tvar, ukupne kiseline i omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina i pH) pomoću procedure PROC PRINCOMP u statističkom programu SAS. Kumulativni udio objašnjene varijabilnosti i eigenvrijednosti pojedinih glavnih komponenti korišteni su za

određivanje broja glavnih komponenti pomoću Kaiserovog informacijskog kriterija i Scree plot. Na temelju rezultata analize, konstruiran je biplot, gdje su sorte označene točkama, a mjerena svojstva kao vektori.

Prije izvođenja analize varijable su normalizirane pomoću z-vrijednosti transformacije:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

gdje je:

Z = standardni rezultat

x = promatrana vrijednost

μ = prosječna vrijednost uzorka

σ = standardna devijacija uzorka

Kako bi se istražili genetički odnosi, kao i prikazali sinonimi i duplikati, između 180 istraživanih primki i standardnih sorti jabuke, provedena je UPGMA klaster analiza. Analize su grupirale svih 180 uzoraka u dendrogram, sa sinonimima i duplikatima postavljenim na istoj liniji (Slika 9.). Klaster analize su otkrile da su genotipizirani uzorci formirali brojne klastere i podklastere koji pokazuju složenu mrežu odnosa.

S obzirom na visoku razinu potencijalnog pogrešnog označavanja, kao i relativno velik broj sinonima, postoji jasna potreba za usporedbom dobivenih genetičkih profila s dostupnim referentnim bazama podataka. To bi omogućilo pravilnu genetičku identifikaciju i dodjelu željenog imena i MUNQ (engl. *Malus Unique Genotype*) koda prikupljenim primkama. Obzirom da kolekcija Hrvatske nacionalne banke germplazme sadrži brojne stare, poznate inozemne sorte, od kojih su se neke intenzivno koristile u oplemenjivačkim programima, disperzija referentnih sorti je sasvim očekivana.

4.1.1.1. Genetički identitet

Uspoređivanje dobivenih SSR profila s vrlo opsežnim bazama podataka s mikrosatelitskim podacima više od 2000 primki jabuke rezultiralo je znatnim brojem podudaranja. Naime, 66 od 125 neredundantnih primki (Prilog 2.), između kojih je i 11 standardnih sorti, već je prisutno u britanskim te irskim zbirkama i genotipizirano je sa setom od dvanaest SSR biljega. Provedenim molekularnim analizama dobiveni su podaci o sinonimima i duplikatima koji su prikazani u Tablici 4. Genetički profili svih analiziranih genotipova jabuke dobiveni uporabom 12 SSR biljega prikazani su u Prilogu 6.

Tablica 4. Popis sinonima i duplikata

Ime primke	Rezultat analize	Metoda identifikacije
'Blatnjača'	'Topaz'	SSR
'Dulibe velika'	'San Giovanni'	SSR
'Stara šara'	'San Giovanni'	SSR
'Petrovača žuta'	'White Transparent'; 'Bjeličnik'	SSR
'Zeleni šetinec'	'Grüner Stettiner'; 'Zeleni šetinec'	SSR
'Srčika 1'	'Grüner Stettiner'; 'Zeleni šetinec'	SSR
'Srčika 2'	'Grüner Stettiner'; 'Zeleni šetinec'	SSR
'Slavonska srčika 1'	'Grüner Stettiner'; 'Zeleni šetinec'	SSR
'Rebrača Brinje'	'London Pippin'	SSR
'Jesenska žuta 103'	'Peasgood'	SSR
'Šarlamovski'	'Budimka'	SSR

Ime primke	Rezultat analize	Metoda identifikacije
'Parkerov peping'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Cox's Orange'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Siva jesenska reneta'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Bijela zimska rebrača'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Svijetla musulja'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Bijela zimska'	'Leathercoat Russet'	SSR
'Ječmenika 151'	'Mantet'	SSR
'Bisera'	'Mantet'	SSR
'Kamenica'	'Jacquin'	SSR
'Kraljevčica kasna'	'Gravenstein'; 'Grafenštajn'	SSR
'Gospojinka A'	'Gravenstein'	SSR
'Lovrenčovka'	'Gravenstein'	SSR
'Crvena kožara'	'Belle de Boskoop'; 'Boskop'	SSR
'Slatka srčika'	'Belle de Boskoop'; 'Boskop'	SSR
'Slavonska srčika'	'Belle de Boskoop'; 'Boskop'	SSR
'Crveni Boskop'	'Belle de Boskoop'; 'Boskop'	SSR
'Žrnovnička jabuka'	'Mošancelj'	SSR
'Šampanjka B'	'Reinette de Champagne'; 'Šampanjska reneta'	SSR
'Kanada B'	'Reinette Blanche du Canada'; 'Kanadska reneta'	SSR
'Carević Rudolf'	'Kronprinz Rudolf'; 'Carević Rudolf'	SSR
'Crvena djevojačka'	'Framboise d'Oberland'	SSR
'Bijela ribnjača'	'Batul-alma'; 'Batulenska'	SSR
'Šarulja'	'Reinette Baumann'; 'Baumanova reneta'	SSR
'Mirišljava Budići'	'Danziger Kantapfel'; 'Danciška rebrača'	SSR
'Crvenka'	'Danziger Kantapfel'; 'Danciška rebrača'	SSR
'Crvena zimska'	'Jonathan'	SSR
'Crvena caklenka'	'Jonathan'	SSR
'Imperica'	'Jonathan'	SSR
'Slična Božićnici'	'Idared'	SSR
'Starkova'	'Stark Earliest'; 'Starkova najranija'	SSR
'Žuta jesenska 115'	'Bloody Butcher'	SSR
'Carska reneta'	'Bloody Butcher'	SSR
'Krivopeteljka'	'Bohnäpfel'; 'Bobovec'	SSR
'Mađarica'	'Calville des Femmes'	SSR
'Prsnika'	'Yellow Bellflower'; 'Lijepocvjetka'	SSR
'Lubeničarka'	'Roter Herbstkalvill'; 'Crvena jesenska rebrača'	SSR
'Kasler reneta'	'Harberts Reinette'; 'Harbertova reneta'	SSR
'Zelenika 77'	'MM106'; podloga	SSR
'Kardinal'	'Car Aleksandar'	SSR
'Dugata'	'Meglena'	SSR
'Majdofija'	'Željeznjača'	SSR
'Zelenika 109'	'Zelenika'	SSR
'Krupnara'	'Zelenika'	SSR
'Slatka'	'Klanferica'	SSR

4.1.1.2. Određivanje ploidnosti temeljem SSR

Detekcija više od dva različita alela po lokusu, na barem jednom od dvanaest analiziranih lokusa, što je uzeto kao indikacija triploidnog stanja, utvrđena je kod 33 primke ili 29 % neredundantnih genotipova.

4.1.1.3. SSR polimorfizam

Nakon uklanjanja svih viškova preostalo je 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti. Preostale primke korištene su za istraživanje genetičke raznolikosti germplazme jabuke koja se čuva u kolekciji Hrvatske nacionalne banke germplazme, kao i za istraživanje njezine genetičke strukture.

U ovom istraživanju 12 parova početnica umnožilo je 184 različita alela, ili prosječno 15,33 alela po lokusu između svih 125 primki jabuke i standardnih sorti (Tablica 5.). Uklanjanje standardnih sorti iz analiza rezultiralo je redukcijom samo dva alela.

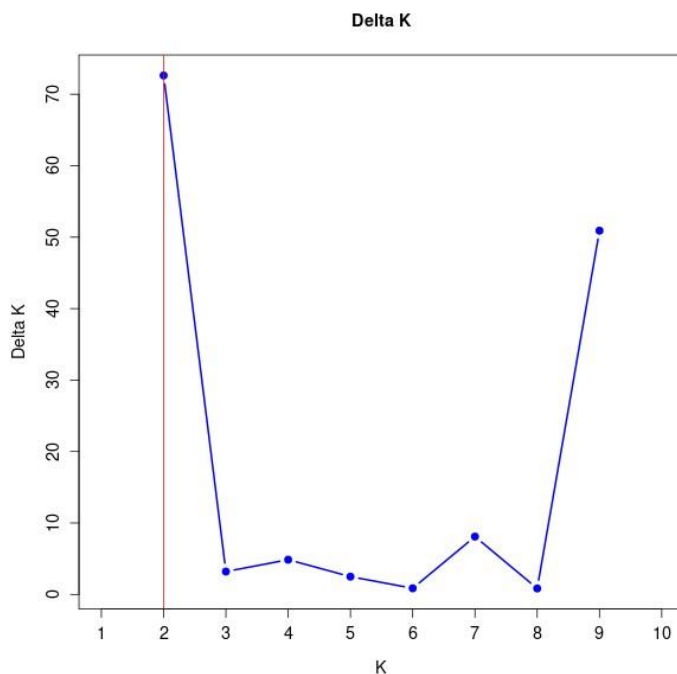
Uočena je značajna razlika između parametara broja alela (15,17) i broja efektivnih alela (6,43) između genotipiziranih primki Hrvatske nacionalne banke germplazme jabuke. Ova velika razlika općenito ukazuje na visoku prisutnost rijetkih alela unutar germplazme jabuke. Nadalje, velika prisutnost rijetkih alela može ukazivati na to da veliki dio istraživane germplazme nije intenzivno korišten u programima uzgoja (Meland i sur., 2022.). S druge strane, razlika između ukupnog broja i efektivnog broja alela između standardnih sorti, od kojih se većina široko koristi u oplemenjivačkim programima, bila je minimalna (6,33 prema 5,18). Genetička raznolikost izračunata za sve lokuse između 125 primki jabuke bila je 0,82, u rasponu između 0,69 za CH01h10 i 0,91 za CH02c11 (Tablica 5.). Velike razlike u vrijednostima prosječnog broja alela po SSR lokusu i genetičke raznolikosti između germplazme primki iz Hrvatske nacionalne banke germplazme i standardnih sorti mogu se promatrati kao posljedica razlike u veličini uzorka (114 prema 11 genotipova).

Tablica 5. Broj detektiranih alela, broj učinkovitih alela i genetička raznolikost izračunati za 114 neredundantnih primki jabuke i 11 standardnih sorti, koji se čuvaju u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke

Lokus	Sve (n=125)			Broj alela	Primke (n=114)		Broj alela	Standardne sorte (n=11)	
	Broj alela	Broj učinkovitih alela	Genetička raznolikost He		Broj učinkovitih alela	Genetička raznolikost He		Broj učinkovitih alela	Genetička raznolikost He
CH04c07	18	7,80	0,87	18	7,76	0,87	7	8,10	0,88
CH01h10	11	3,28	0,69	11	3,23	0,69	4	3,48	0,72
CH01h01	15	6,67	0,85	15	6,88	0,85	6	4,83	0,80
Hi02c07	11	4,49	0,78	11	4,56	0,78	5	3,82	0,74
CH01f02	26	8,30	0,88	25	8,55	0,88	7	6,69	0,85
CH01f03b	13	4,68	0,79	13	4,54	0,78	8	6,70	0,85
GD12	14	4,33	0,77	14	4,34	0,77	4	3,63	0,73
GD147	16	6,59	0,85	16	6,90	0,86	6	3,44	0,71
CH04e05	17	4,34	0,77	17	4,46	0,78	7	2,83	0,65
CH02d08	16	7,30	0,86	15	7,20	0,86	7	8,28	0,88
CH02c11	16	10,60	0,91	16	10,93	0,91	9	5,44	0,82
CH02c09	11	7,61	0,87	11	7,80	0,87	6	4,90	0,80
Prosjek	15,33	6,35	0,82	15,17	6,43	0,83	6,33	5,18	0,79

4.1.1.4. Genetička struktura

Kako bi se istražila temeljna genetička struktura germplazme jabuke koja se čuva u kolekciji Hrvatske nacionalne banke germplazme, Bayesovska analiza je provedena na 114 primki i 11 standardnih sorti. Naknadne ΔK analize (Evanno i sur., 2005.) otkrile su maksimalne vrijednosti za $K = 2$, kao i manje vršne vrijednosti za $K = 4$, $K = 7$ i $K = 9$ (Grafikon 2.).



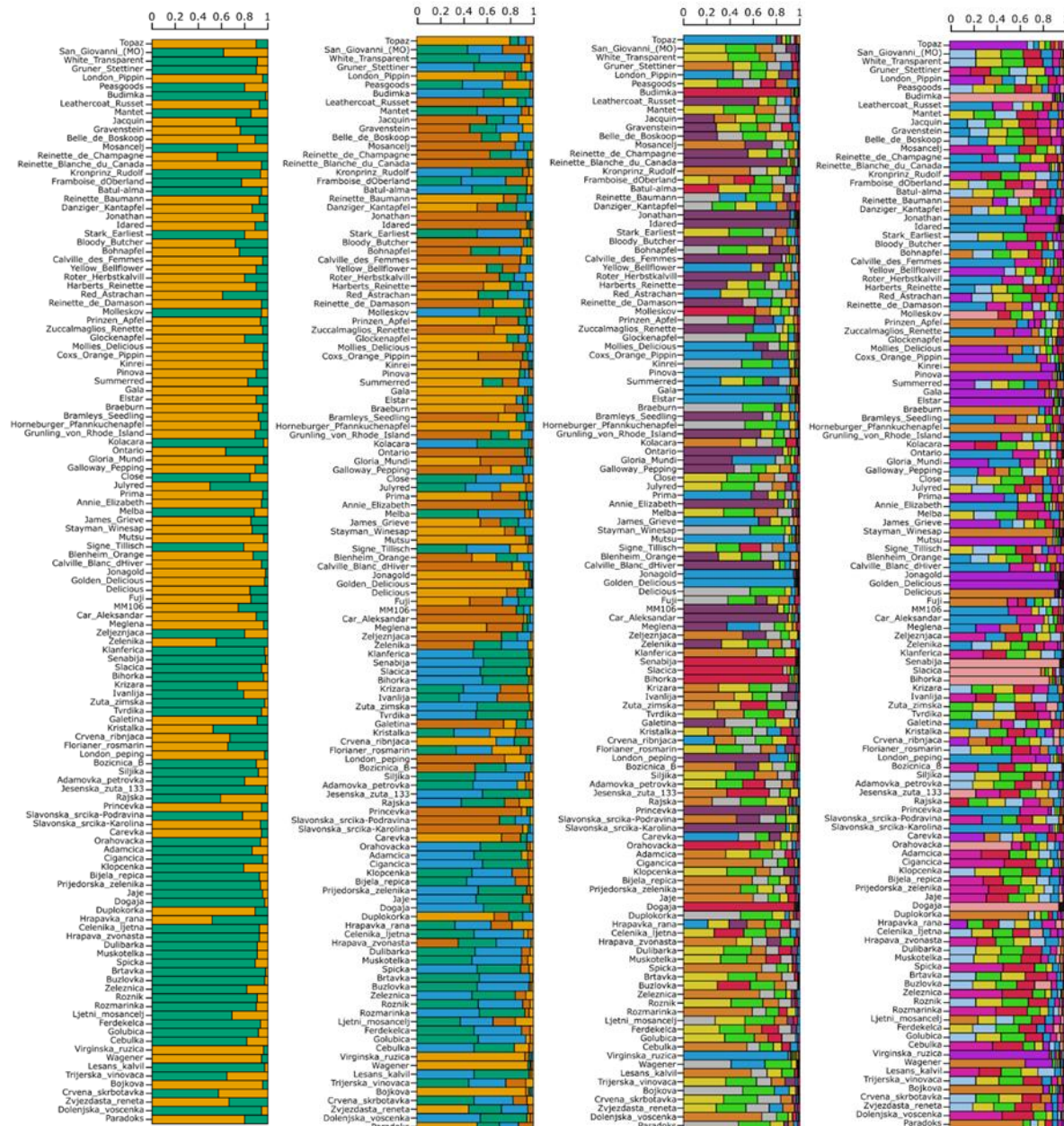
Grafikon 2. Dijagram delta K vrijednosti iz analize strukture temeljene na SSR podacima dobivenim na 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti, čuvanih u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke.

Plava linija predstavlja izračunate Delta K vrijednosti za svaki K, dok crvena okomita linija označava optimalan broj klastera ($K = 2$), koji odgovara najvišoj Delta K vrijednosti.

Dva genetička klastera (GC) uključena za $K = 2$ sadržavala su 53 (GC1) odnosno 45 (GC2) primki kojima je dodijeljena vjerojatnost članstva $q_l > 80 \%$ (Slika 10. i Prilog 3.). Preostalih 27 primki označene su kao miješane. Svih 11 standardnih sorti dodijeljeno je GC1, zajedno s 'Jonathanom' i brojnim starim zapadnoeuropskim, britanskim i američkim sortama ('Staymanred', 'Wagener', 'London Pippin', 'Belle de Boskoop', 'James Grieve' i 'Cox's Orange

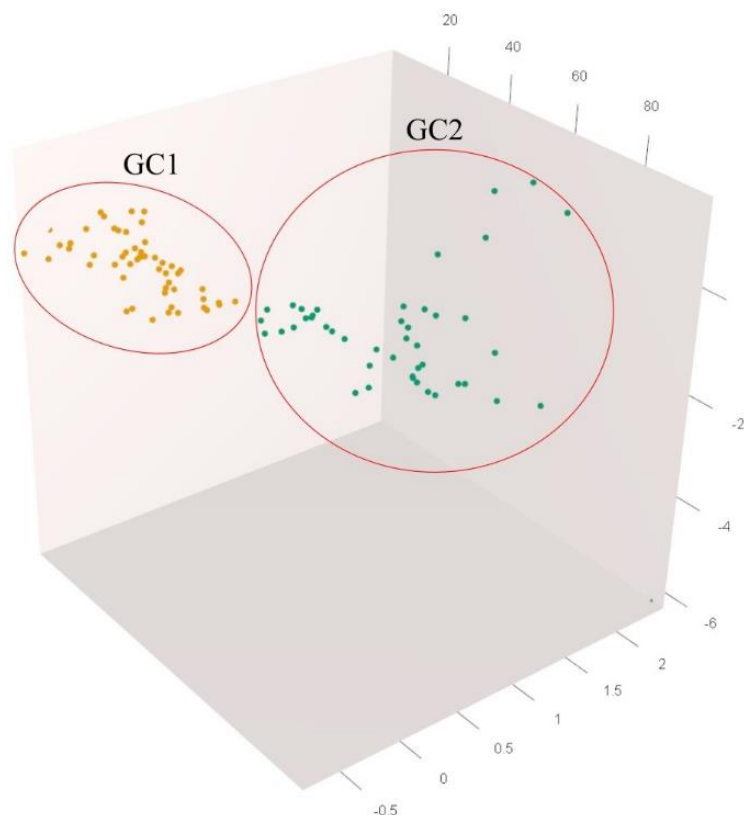
Pippin'). Još jedna primka koja je grupirana u GC1 bila je 'Lijepocvjetka'. Drugi genetički klaster bio je karakterističan po nepostojanju standardne sorte, ali i prisutnosti poznatih tradicionalnih sorti jabuke iz Bosne i Hercegovine („Senabija“, „Budimka“, „Bihorka“, „Prijedorska zelenika“ i „Rožmarinka“). Međutim, važno je napomenuti da je GC2 sadržavao i stare, strane sorte kao što su 'White Transparent', 'Gruner Stettiner', 'Stark Earliest', 'Peasgoods', 'Mantet', 'Kronprinz Rudolf', 'Close', 'Melba', 'Lesans kalvil' i 'Adamčica'/'Pomme étoilée'.

U scenariju $K = 4$ samo je 26 od 125 primki klasificirano u bilo koji od četiri genetička klastera s vjerojatnošću pripadnosti iznad 80 % (Slika 10.). Nadalje, GC2 i GC4 bili su bez ijedne primke, dok je GC1 sadržavao 13 primki, a GC3 također 13 primki. Preostalih 99 primki označene su kao miješane. Oba klastera uključivala su standardne sorte jabuke. Slična situacija utvrđena je za $K = 7$, sa samo 23 primke grupirane u jedan od sedam genetičkih klastera s vjerojatnošću pripadnosti iznad 80 %. GC1, GC2, GC3 i GC5 bili su bez ijedne primke, dok je GC4 sadržavao osam primki, GC6 10 primki, a GC7 pet primki. Preostale 102 primke označene su kao miješane. Klasteri GC4 i GC7 uključivali su standardne sorte jabuke. Klaster GC7 bio je karakterističan po nepostojanju standardne sorte, ali i prisutnosti poznatih tradicionalnih sorti jabuke iz BiH ('Budimka', 'Senabija' i 'Bihorka') (Gaši i sur., 2010a, Gaši i sur., 2013b). Analize $K = 9$ otkrile su da je samo 16 primki dodijeljeno klasteru s prethodno spomenutom vjerojatnošću pripadnosti iznad 80 %. GC2, GC3, GC4, GC6, GC7 i GC9 bili su bez ijedne primke, dok je GC1 sadržavao pet primki, GC5 sedam primki i GC8 četiri primke. Preostalih 109 primki označene su kao miješane. Klasteri GC1 i GC5 uključivali su standardne sorte jabuke. Klaster GC8 bio je karakterističan po nepostojanju standardne sorte, ali i prisutnosti poznatih tradicionalnih sorti jabuke iz BiH ('Budimka', 'Senabija' i 'Bihorka'). S obzirom na dobivene rezultate, može se zaključiti da je genetička struktura unutar istraživanih uzoraka najizraženija za $K = 2$. Kako bi se dalje istražio odnos između ova dva genetička klastera, provedena je faktorska korespondentna analiza (engl. *Factorial Correspondence Analysis* FCA). FCA (Slika 11.) pokazala je vrlo malu razliku između dva GC-a, što nije bilo iznenađujuće s obzirom na to da su obje skupine sadržavale brojne stare, strane sorte iz zapadne Europe i sjeverne Amerike. Nadalje, FCA grafikon jasno je pokazao da je GC2 mnogo heterogeniji od GC1, što također nije iznenađujuće s obzirom na to da je ova skupina uključivala primke unesene s istoka tijekom širenja Otomanskog carstva (Gaši i sur., 2010a).



Slika 10. Stupčasti dijagram rezultata četiri ($K = 2$, $K = 4$, $K = 7$ i $K = 9$) Bayesovske analize genetičke strukture 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti, održavanih u Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke.

Različite boje pomažu u razlikovanju klastera.



Slika 11. Faktorska korespondentna analiza (FCA) SSR podataka za dva definirana genetička klastera izračunata korištenjem Structure (Pritchard i sur., 2020.).

U analize su uključene samo primke s vjerojatnošću pripadnosti pojedinačnom GC-u iznad 80 %).

Analiza molekularne varijance (AMOVA) provedena na dva GC-a otkrila je da je značajan dio varijance (5,8 %; $P < 0,001$) pripisan razlikama između GC-a, što ukazuje na malu, ali značajnu genetičku diferencijaciju između ovih skupina. Niža diferencijacija koja je ovdje primjećena između genetičkih klastera, koristeći i AMOVA i FCA, u skladu je sa značajnim unosom stranih sorti u hrvatsku germplazmu jabuke otkrivenom kroz prethodno prikazana podudaranja baze podataka. Od ukupnog broja istraživanih hrvatskih primki kod njih više od 40 % radi se o unesenim stranim sortama.

4.1.2. Genetički identitet i rekonstrukcija pedigreea (SNP)

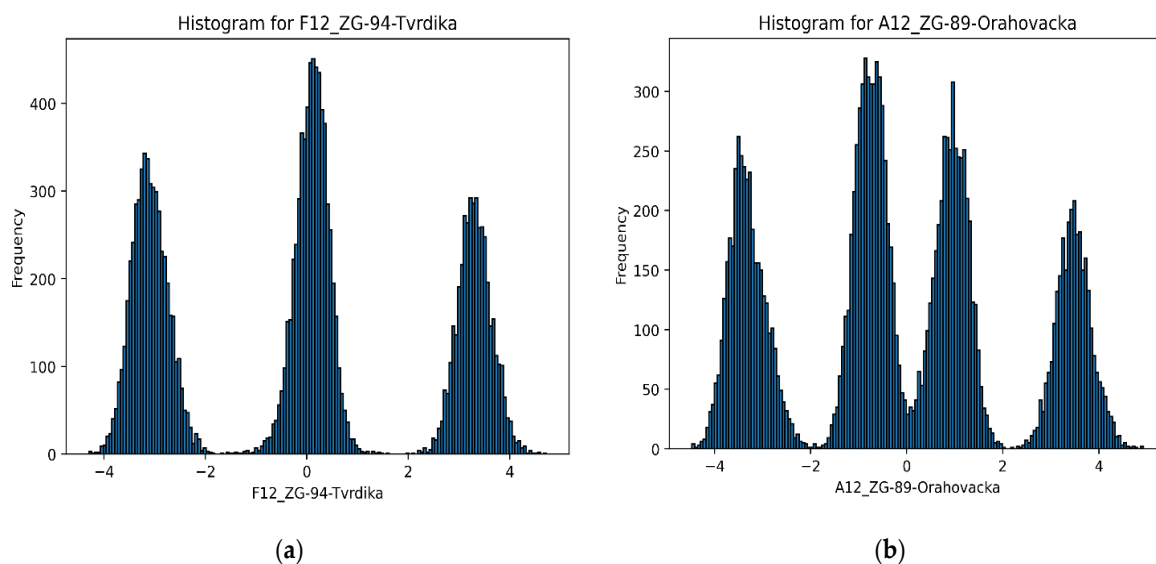
4.1.2.1. Usporedba SNP sustava biljega s međunarodnom bazom podataka

Kako bi se procijenila prednost sustava biljega visoke rezolucije, kao što je SNP, u usporedbi s biljezima niske rezolucije, kao što je SSR, genotipiziran je podskup od 23 jedinstvena tradicionalna genotipa jabuke i 8 standardnih sorti (Prilog 4.) pomoću 480K Affymetrix Axiom SNP čipa. Nasumično odabrani, jedinstveni tradicionalni genotipovi Hrvatske nacionalne banke germplazme i podskup standardnih sorti bili su ograničeni na broj 31 zbog vrlo velike razlike u troškovima genotipizacije između mikrosatelita i spomenutog SNP čipa. Mogućnost usporedbe dobivenih SNP profila s genotipovima u istraživanju rekonstrukcije pedigreea (Denancé i sur., 2020; Howard i sur., 2021), omogućila je dodatnu identifikaciju međunarodnih sinonima. Ova usporedba otkrila je pravi identitet pet od 24 primke jabuke koje se prema SSR podacima smatraju jedinstvenima. Naime, 'Prinčevka' je bila identična francuskoj sorti 'Conique', 'Galetina' modernoj sorti jabuke 'Enterprise', 'Carevka' staroj njemačkoj sorti 'Oberdiecks Renette', 'Kristalka' drugoj staroj njemačkoj sorti 'Schöner' von Nordhausen', dok je identitet 'Florianer Rosmarin' potvrđen.

Ovaj pristup, zajedno s korištenjem SNP profila iz gore spomenutog istraživanja rekonstrukcije pedigreea *Malus* koje je u tijeku, otkrio je da je jedan od roditelja 'Adamovke petrovke' bila podloga M8. Primka 'Ivanlija' potomak je dviju njemačkih primki germplazme 'Striesselapfel' i 'Kleiner Fleiner 1'. Jedan od roditelja primke 'Rajska' bila je njemačka sorta 'Kasseler Renette'. Nadalje, rekonstrukcija pedigreea primke 'Bijele repice', otkrila je sortu 'Weisser Wintertaffetapfel' kao mogućeg djeda ili baku i najbliže druge srodničke njemačkih i jugoistočnoeuropskih sorti. Slično tome, najbliži rođaci 'Klopčenke' uglavnom su jugoistočnoeuropske sorte, ali i njemačke, francuske i talijanske sorte. Ovo otkriće ukazuje na hibridizaciju između germplazme jabuke unesene s istoka za vrijeme Osmanskog Carstva i one unesene kasnije tijekom Austro-Ugarske vladavine regijom. S druge strane, najbliži srodnici 'Tvrdike' i 'Žute zimske' su talijanske i jugoistočnoeuropske sorte. Osim toga, otkriveno je da je talijanska primka roditelj 'Šiljike'. Zanimljivo je da je primka 'Slačica' pokazala blisko srodstvo isključivo sa sortama jugoistočne Europe, što ukazuje da je unatoč hibridizaciji dio jugoistočnoeuropske germplazme ostao različit.

4.1.2.2. Procjena ploidnosti na temelju SNP-ova

S obzirom da je protokol procjene ploidnosti koji su predložili Chagné i sur. (2015) primjenjiv samo na Illumina Infinium® 20K apple SNP čipa srednje gustoće (Bianco i sur., 2014), za ovo istraživanje je korišten novi softver axiomFP.py (Konjić i sur., 2024) kreiran specifično za procjenu ploidije na podacima dobivenim pomoću Axiom platforme, kako bi se dijagnosticirala razina ploidnosti na SNP podacima (Grafikon 3. a i b). Navedeni softver za procjenu ploidnosti koristi raspodjelu „call positions“ na x osi, pri čemu grafikoni s tri vrha predstavljaju diploide, a s četiri vrha predstavljaju triploide. Sveukupno, između 31 jedinstvenog genotipa Hrvatske nacionalne banke germplazme i standardnih sorti, i SSR i SNP podaci identificirali su istih šest genotipova kao triploide, stoga je podudarnost između ova dva pristupa bila 100 %. Dodatno, analize međunarodnih sorti genotipiziranih 480 K čipom rezultirale su prikazima dijagrama koji su se podudarali s poznatim podacima o ploidnosti kao za diploide 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Pinova', 'Golden Delicious', 'Gala' i 'Topaz', kao i triploid 'Jonagold'.



Grafikon 3. a i b Dijagrami generirani korištenjem axiomFP.py: (a) tri vrha koji pokazuju diploidno stanje jedinstvenog tradicionalnog genotipa 'Tvrđika'; (b) četiri vrha koji pokazuju triploidno stanje jedinstvenog tradicionalnog genotipa 'Orahovacka'

4.2. Analize fenotipskih podataka

4.2.1. Morfološka svojstva

Prilikom determinacije i klasifikacije sorti voćnih vrsta uobičajeno se prate i istražuju morfološka svojstva ploda, međutim u voćarstvu se često za determinaciju opisuju i fenotipska svojstva ostalih organa voćke kao što su stablo, jednogodišnji izbojak, list i cvijet.

4.2.1.1. Fenotipska svojstva istraživanih genotipova

Pomoću standardnih protokola za jabuku, vizualnom procjenom pojedinih organa utvrđena su fenotipska svojstva istraživanih genotipova. Rezultati opisa istraživanih svojstava prikazani su u tablicama opisa za svaki genotip zasebno (Prilog 5.)

Stablo

Stablo je osnova nadzemnog dijela voćaka stablašica. Sorte jabuke međusobno se razlikuju s obzirom na bujnost, tip rasta i izgled samog habitusa.

Bujnost

Prilikom opisa sorti bujnost se izražava intenzitetom bujnosti i sortno je svojstvo. Pri tome se podrazumijeva bujnost u povoljnim uvjetima i na umjereno bujnim podlogama. Većina sorti jabuke su najčešće umjereno bujne.

Kod istraživanih genotipova utvrđeni su različiti intenziteti bujnosti od vrlo slabe do jake. Najveći broj genotipova je vrlo slabe (16) i srednje bujnosti (16), slabe bujnosti je 12 genotipova, a svega četiri genotipa su jake bujnosti stabla.

U nastavku je prikazana podjela istraživanih jedinstvenih genotipova s obzirom na bujnost.

Genotipovi vrlo slabe bujnosti: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Klopčenka', 'Ljetni mošancelj', 'Meglena', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Senabija', 'Želežnica'

Genotipovi slabe bujnosti: 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Crvena ribnjača', 'Dulibarka', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Ružmarinka', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Tvrđika'

Genotipovi srednje bujnosti: 'Bihorka', 'Čebulka', 'Duplokorka', 'Ferdelcelca', 'Jaje', 'Križara', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Rožnik', 'Slačica', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Špička', 'Žuta zimska'

Genotipovi jake bujnosti: 'Ivanlija', 'Jesenska žuta', 'Kristalka', 'Prijedorska zelenika'

Tip rasta

S obzirom na tip rasta, stabla jabuke mogu rasti u dva različita tipa: 1. stupolik ili spur tip rasta i 2. razgranat tip rasta. Kod svih istraživanih genotipova utvrđen je razgranat tipa rasta stabla.

Habitus

Habitus podrazumijeva cjelokupan izgled krošnje i stabla općenito. Sorte jabuka imaju svojstven habitus rasta i prirodnog formiranja krošnje. Krošnju jabuke karakterizira više svojstava ali za praktično voćarstvo važnost ima karakter osnovnih skeletnih grana, njihov pravac rasta i razgranatost.

Kod istraživanih genotipova, utvrđena su četiri različita tipa habitusa: uspravan, raširen, obješen i viseći. Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je raširen (22) i obješen (18) habitus, uspravan habitus utvrđen je kod pet genotipova, a viseći habitus kod svega tri genotipa.

Podjela genotipova s obzirom na habitus

Genotipovi uspravnog habitusa: 'Čebulka', 'Dogaja', 'Dulibarka', 'Ivanlija', 'Muškotelka'.

Genotipovi raširenog habitusa: 'Bihorka', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Duplokorka', 'Ferdekela', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Križara', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Tvrđika', 'Želežnica'.

Genotipovi obješenog habitusa: 'Adamčica', 'Bijela repica', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čelenika ljetna', 'Dugata', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Orahovačka', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Špička'.

Genotipovi visećeg habitusa: 'Adamovka petrovka', 'Šiljika', 'Žuta zimsko'.

Jednogodišnji izbojak

Jednogodišnji izbojak je izbojak koji se razvije iz vegetativnog pupa tijekom jedne vegetacije, ima jasno razvijene nodije i internodije, a na kraju vegetacije odrveni i odbaci lišće. Svojstva jednogodišnjeg izbojka koja se najčešće opisuju prilikom opisa i determinacije sorte su: debljina, duljina internodija, boja na osunčanoj strani i dlakavost na gornjoj polovici izbojka.

Debljina

Debljina jednogodišnjeg izbojka je sortno svojstvo, no osim sorte na debljinu mogu utjecati gnojidba, navodnjavanje, podloga i drugo. Jednogodišnji izbojak može biti: tanak, srednji,

debeli i vrlo debeli. Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđen je srednje debeli izbojak (27), zatim tanki (12) i debeli (8), a kod samo jednog genotipa vrlo debeli izbojak.

Prikaz genotipova s obzirom na debljinu izbojka:

tanak jednogodišnji izbojak utvrđen je kod genotipova: 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Tvrđika';

srednji kod genotipova: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Carevka', 'Crvena ribnjača', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Ferdekela', 'Galetina', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožnik', 'Slačica', 'Šiljika', 'Špička', 'Železnica', 'Žuta zimsko';

debeli jednogodišnji izbojak kod genotipova: 'Blatnjača', 'Čebulka', 'Grinštantin', 'Križara', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', dok je kod genotipa 'Ljetni mošancelj' utvrđen *vrlo debeli jednogodišnji izbojak*.

Duljina internodija

Duljina internodija predstavlja udaljenost između dva pupa odnosno dva lista. Ovo svojstvo se također koristi kod determinacije sorti, a ovisi i o vanjskim čimbenicima kao što su plodnost i vlažnost tla, a osobito o tome jesu li izbojci rasli u sjeni ili na suncu. S obzirom na duljinu internodija razlikuju se izbojci s kratkim, vrlo kratkim, srednjim te dugačkim internodijima. U ovom istraživanju je utvrđeno kako se duljina internodija kod istraživanih genotipova kretala od vrlo kratkih do srednje dugačkih, a kod najvećeg broja genotipova utvrđeni su kratki (27), vrlo kratki (14) te srednje dugački (7) internodiji, dok dugački internodiji nisu utvrđeni niti kod jednog genotipa.

Podjela genotipova s obzirom na duljinu internodija:

Genotipovi s vrlo kratkim internodijima: 'Adamovka petrovka', 'Bijela repica', 'Cigančica', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Meglena', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika-Karolina', 'Slična Božićnici', 'Tvrđika'.

Genotipovi s kratkim internodijima: 'Adamčica', 'Bihorka', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Crvena ribnjača', 'Čelenika ljetna', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Križara', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Železnica', 'Žuta zimsko'

Genotipovi sa srednje dugačkim internodijima: 'Čebulka', 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Kristalka', 'Majdofija', 'Špička'

Boja na osunčanoj strani

Boja mladih jednogodišnjih izbojaka je vrlo pouzdano svojstvo prilikom determinacije sorti. Kod jabuke boja jednogodišnjeg izbojka može biti: srednjesmeđa, zatim svijetlosmeđa, crvenosmeđa, tamnosmeđa i zelenosmeđa.

Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđena je srednjesmeđa boja (21), zatim svijetlosmeđa (11), crvenosmeđa (8), tamnosmeđa (6) i zelenosmeđa kod dva genotipa.

Utvrđena su slijedeća obojenja jednogodišnjih izbojaka na osunčanoj strani:

Zelenosmeđa: 'Galetina', 'Ivanlija'

Crvenosmeđa: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dugata', 'Križara', 'Meglena', 'Žuta zimsko'

Svijetlosmeđa: 'Blatnjača', 'Carevka', 'Duplokorka', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Špička', 'Železnica'

Srednjesmeđa: 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Crvena ribnjača', 'Dogaja', 'Dulibarka', 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Jaje', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Senabija', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Tvrđika'

Tamnosmeđa: 'Cigančica', 'Hrapava zvonasta', 'Jesenska žuta', 'Ljetni mošancelj', 'Orahovačka', 'Slavonska srčika - Podravina'

Dlakavost na gornjoj polovici

Dlake (trihome) se kod jabuke nalaze samo na vršnom dijelu izbojka. Dlake nisu uvijek pouzdano svojstvo za determinaciju jer razvitak dlaka ovisi o sunčevoj svjetlosti, temperaturi i vlažnosti zraka i tla. Ako se promatranje obavlja u istim klimatskim i edafskim uvjetima u tom slučaju i dlake mogu biti pouzdan pokazatelj za razlikovanje sorti. Dlakavost kod jednogodišnjeg izbojka jabuke utvrđuje se u pet razina: nije prisutna ili vrlo slaba, slaba, srednja dlakavost, jaka i vrlo jaka dlakavost. Kod najvećeg broja genotipova utvrđena je srednja dlakavost gornje polovice izbojka (25), zatim slaba (13), jaka (9), nije prisutna ili vrlo slaba kod samo jednog genotipa dok vrlo jaka dlakavost nije utvrđena niti kod jednog genotipa.

Podjela istraživanih genotipova s obzirom na intenzitet dlakavosti gornje polovice jednogodišnjeg izbojka:

Dlakavost nije prisutna ili je vrlo slaba: 'Jesenska žuta'

Slaba dlakavost: 'Bihorka', 'Carevka', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Dogaja', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Kristalka', 'Križara', 'Muškotelka', 'Prijedorska zelenika', 'Rožmarinka'

Srednja dlakavost: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Ferdekelca', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Klopčenka', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Rajska', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Žuta zimsko'
Jaka dlakavost: 'Duplokorka', 'Krupnara', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Špička', 'Tvrđika', 'Želežnica'

Prisutnost lenticela

Lenticele su izdignuti otvori na jednogodišnjem izbojku koji služe za transpiraciju i izmjenu plinova. Prisutnost lenticela se djelomično može koristiti prilikom determinacije sorti jabuka. Broj i veličina lenticela ovise o vlažnosti tla i zraka. Ako je potreba za isparavanje vode veća tada su i lenticele veće širine i mnogobrojnije su. Na jednogodišnjem izbojku utvrđuje se brojnost lenticela gdje mogu biti malobrojne, srednje brojne i mnogobrojne. Utvrđeno je kako najveći broj istraživanih genotipova ima srednje brojne lenticele na jednogodišnjem izbojku (31), malobrojne lenticele ima 9, a mnogobrojne 8 istraživanih genotipova.

Prikaz genotipova s obzirom na prisutnost lenticela na jednogodišnjem izbojku:

Malobrojne: 'Carevka', 'Cigančica', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Hrapavka rana', 'Jesenska žuta', 'Rožnik', 'Špička', 'Želežnica'

Srednje brojne: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Blatnjača', 'Crvena ribnjača', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Ferdekelca', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Meglena', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Tvrđika', 'Žuta zimsko'

Mnogobrojne: 'Bijela repica', 'Čebulka', 'Hrapava zvonasta', 'Jaje', 'Križara', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Slična Božićnici'

List

List kao značajan vegetativni organ razlikuje se u brojnim morfološkim, anatomskim i fiziološkim svojstvima, a ključna svojstva prilikom opisa lista kod jabuke su: duljina i širina lista, omjer duljine i širine, intenzitet zelene boje, nazubljenost ruba i dlakavost naličja.

Duljina lista

S obzirom na duljinu list jabuke može biti: vrlo kratki, kratki, srednji i dugački. Kod istraživanih genotipova utvrđene su različiti stupnjevi duljine lista: kratki, srednji i dugački. Kod najvećeg

broja genotipova utvrđena je srednja duljina lista (29), kod 13 genotipova utvrđeni su dugački listovi, kod šest genotipova kratki dok vrlo kratki listovi nisu utvrđeni niti kod jednog genotipa.

U nastavku su prikazani genotipovi svrstani u skupine ovisno o duljini lista:

genotipovi kratkih listova: 'Čebulka', 'Duplokorka', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Krupnara', 'Prinčevka';

genotipovi srednjih listova: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Ferdekelta', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Kristalka', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Železnica', 'Žuta zimska';

genotipovi dugačkih listova: 'Crvena ribnjača', 'Golubica', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Križara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Orahovačka', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Šiljika', 'Tvrđika'.

Širina

Plojka lista jabuke može biti različite širine ovisno o sorti: uska, srednja i široka.

Utvrđeno je kako najveći broj genotipova ima srednju širinu lista (27), široku (15) te usku šest istraživanih genotipova.

Ovisno o širini lista istraživani genotipovi su svrstani u sljedeće skupine:

Genotipovi uskih listova: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Crvena ribnjača', 'Rožmarinka', 'Slačica'

Genotipovi srednje širine listova: 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Duplokorka', 'Ferdekelta', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Kristalka', 'Križara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Špička', 'Železnica', 'Žuta zimska'

Genotipovi širokih listova: 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Čebulka', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Krupnara', 'Muškotelka', 'Rajska', 'Tvrđika'

Omjer duljine i širine

Omjer duljine i širine lista je također različit ovisno o genotipu, a može biti mali, srednji i veliki.

Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je mali omjer duljine i širine lista (26), zatim srednji (17) i veliki kod pet genotipova.

Genotipovi malog omjera duljine i širine lista: 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Čebulka', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Križara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Šiljika', 'Tvrđika'

Genotipovi srednjeg omjera duljine i širine lista: 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Ferdekelca', 'Golubica', 'Kristalka', 'Meglena', 'Prijedorska zelenika', 'Rožnik', 'Slavonska srčika-Karolina', 'Slavonska srčika-Podravina', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Železnica', 'Žuta zimska'.

Genotipovi velikog omjera duljine i širine lista: 'Adamčica', 'Crvena ribnjača', 'Krupnara', 'Rožmarinka', 'Slačica'

Intenzitet zelene boje

Listovi pojedinih sorti jabuke razlikuju se u nijansi zelene boje koja može varirati od tamnijih do svjetlijih tonova. Triploidne sorte obično imaju tamnije zelene listove dok diploidne sorte imaju svijetlije zelene listove.

Utvrđena su tri različita intenziteta zelene boje lista kod istraživanih genotipova. Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je srednje zelen intenzitet boje lista (24 genotipa), zatim svijetlozelen kod 13 i tamnozelen kod 11 genotipova.

Genotipovi svijetlozelenog lista: 'Čebulka', 'Dugata', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Križara', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Meglena', 'Orahovačka', 'Rajska', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Železnica'.

Genotipovi srednje zelenog lista: 'Adamčica', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Ferdekelca', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Klopčenka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Tvrđika', 'Žuta zimska'.

Genotipovi tamnozelenog lista: 'Adamovka petrovka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Galetina', 'Jesenska žuta', 'Kristalka', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Rožnik', 'Šiljika', 'Špička'

Nazubljenost ruba

Nazubljenost ruba lista je također sortno svojstvo koje se promatra na gornjoj polovici plojke lista i koristi se prilikom determinacije.

Kod istraživanih genotipova utvrđeno je pet različitih tipova nazubljenosti ruba lista: oblo nazubljeni, dvostruko oblo nazubljeni, oštro nazubljeni 1, oštro nazubljeni tip 2 i dvostruko oštro nazubljeni. Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je oštro nazubljeni tip 1 lista (21), zatim

dvostruko oblo nazubljeni tip kod 13 genotipova, dvostruko oštro nazubljeni tip kod osam genotipova, oštro nazubljeni tip 2 kod tri te oblo nazubljeni tip također kod tri istraživana genotipa. S obzirom na nazubljenost ruba lista genotipovi su svrstani u sljedeće skupine:

oblo nazubljeni rub lista: 'Duplokorka', 'Ružmarinka', 'Želežnica';

dvostruko oblo nazubljeni rub lista: 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Dulibarka', 'Hrapava zvonasta', 'Ivanlija', 'Ljetni mošancelj', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska', 'Šiljika';

oštro nazubljeni rub lista tip 1: 'Adamčica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Ferdekelca', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Jaje', 'Kristalka', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slačica', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Tvrđika';

oštro nazubljeni rub lista tip 2: 'Adamovka petrovka', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Žuta zimsko'; i

dvostruko oštro nazubljeni rub lista: 'Galetina', 'Hrapavka rana', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Križara', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Slavonska srčika - Karolina'

Dlakavost naličja

Dlakavost lista vrlo je izraženo svojstvo lista jabuke osobito ako se promatra u istim klimatskim i edafskim uvjetima.

Ovisno o sorti dlakavost može biti slaba, srednja ili jaka. U ovom istraživanju utvrđeno je kako najveći broj genotipova ima srednji intenzitet dlakavosti naličja lista (32), jaki intenzitet ima (16) dok odsutna ili slaba dlakavost nije utvrđena niti kod jednog istraživana genotipa.

S obzirom na dlakavost naličja genotipovi su svrstani u dvije skupine:

genotipovi srednje dlakavosti naličja lista: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Ferdekelca', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Ljetni mošancelj', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Tvrđika', 'Želežnica';

genotipovi jake dlakavosti naličja lista: 'Bijela repica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Galetina', 'Hrapava zvonasta', 'Jaje', 'Križara', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Orahovačka', 'Rajska', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Žuta zimsko'

Utvrđeno je da najveći broj genotipova ima srednji intenzitet dlakavosti naličja lista (32), jaki intenzitet ima (16) dok odsutna ili slaba dlakavost nije utvrđena niti kod jednog istraživana genotipa.

Cvijet

Cvjetovi različitih sorti jabuke međusobno se razlikuju s obzirom na oblik i veličinu, međutim prilikom opisa sorti važna su i svojstva boje (prevladavajuća boja u fazi balona), zatim raspored latica i položaj njuške tučka u odnosu na prašnike.

Prevladavajuća boja u fazi balona

Boja cvijeta jabuke razlikuje se ovisno o sorti, a latice mogu biti bijele ili različite nijanse ružičaste, crvene i ljubičaste boje.

Kod istraživanih genotipova utvrđeno je pet različitih boja u fazi balona cvijeta: tamnoružičasta, svijetloružičasta, srednjecrvena, žućkastoružičasta i tamnocrvena. Najveći broj istraživanih genotipova ima tamnoružičastu boju cvijeta u fazi balona (16), zatim svijetloružičastu njih 15, srednjecrvenu osam, žućkastoružičastu pet, tamnocrvenu četiri dok bijela i ljubičasta boja cvijeta u fazi balona nije utvrđena niti kod jednog istraživanog genotipa.

S obzirom na prevladavajuću boju latica u fazi balona genotipovi su svrstani u sljedeće skupine: *žućkastoružičaste boje latica*: 'Čebulka', 'Hrapavka rana', 'Ljetni mošancelj', 'Slična Božićnici', 'Žuta zimsko';

svijetloružičaste boje latica: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Blatnjača', 'Crvena ribnjača', 'Dogaja', 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Klopčenka', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slačica';

tamnoružičaste boje latica: 'Bijela repica', 'Čelenika ljetna', 'Dulibarka', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Jaje', 'Kristalka', 'Križara', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Ružmarinka', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Špička', 'Železnica';

srednjecrvene boje latica: 'Cigančica', 'Duplokorka', 'Jesenska žuta', 'Krupnara', 'Meglena', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Tvrđika';

tamnocrvene boje latica: 'Bihorka', 'Carevka', 'Dugata', 'Galetina'.

Raspored latica

Sorte jabuke međusobno se razlikuju i s obzirom na raspored latica. Latice u vjenčiću mogu biti razmaknute jedna od druge ili slobodne, mogu se dodirivati ili djelomično preklapati.

Kod istraživanih jedinstvenih genotipova utvrđena su sva tri tipa rasporeda latica cvijeta, a kod najvećeg broja genotipova utvrđeno je kako se latice preklapaju (23), kod 15 genotipova latice se dodiruju, a slobodne su kod 10 istraživanih genotipova. S obzirom na raspored latica genotipovi su svrstani u sljedeće skupine:

genotipovi slobodnih latica: 'Adamčica', 'Carevka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Dogaja', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Jesenska žuta', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka';

genotipovi čije se latice dodiruju: 'Adamovka petrovka', 'Čelenika ljetna', 'Dulibarka', 'Galetina', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Križara', 'Ljetni mošancelj', 'Meglena', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina'

genotipovi čije se latice preklapaju: 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Čebulka', 'Dugata', 'Duplokorka', 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Ružmarinka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Špička', 'Tvrđika', 'Železnica', 'Žuta zimsko'.

Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike

Svojstvo položaja njuške tučka u odnosu na prašnike također predstavlja svojstvo koje se može koristiti prilikom opisa i determinacije jabuke. Tučak u usporedbi s prašnicima ovisno o sorti može biti ispod, u istoj razini i iznad prašnika. Kod istraživanih genotipova utvrđena su sva tri položaja njuške tučka u odnosu na prašnike. Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđena je njuška tučka iznad prašnika (28), kod 15 genotipova je njuška u istoj razini s prašnicima, dok je kod četiri genotipa utvrđena njuška tučka ispod prašnika. Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike kod istraživanih genotipova je sljedeća:

njuška tučka iznad prašnika: 'Adamčica', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Dogaja', 'Dugata', 'Duplokorka', 'Ferdekela', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Tvrđika', 'Železnica', 'Žuta zimsko';

njuška tučka u istoj razini s prašnicima: 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Carevka', 'Dulibarka', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Jesenska žuta', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Orahovačka', 'Senabija', 'Šiljika', 'Špička'

njuška tučka ispod prašnika: 'Blatnjača', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Križara', 'Rajska'

Plod

Plod jabuke se odlikuje velikom varijabilnošću po obliku i sveukupnoj morfološkoj građi.

Osnovni oblik

Prilikom opisa i u determinaciji se koriste osnovni i najrasprostranjeniji oblici kojima se karakteriziraju plodovi pojedinih sorti jabuka. Osnovni oblici ploda su: valjkast sa strukom, koničan, jajolik, valjkast, elipsoidan, okruglast i obrnuto elipsoidan. Osim osnovnih postoje i

mnogi prijelazni oblici koji čine kombinacije dva ili više oblika. Plodovi mogu biti simetrični i asimetrični odnosno s jednakim ili nejednakim polovicama. Kod iste sorte i u istim uvjetima uzgoja mogu biti ujednačeni ili neujednačeni oblikom. Dolazi i do pojave polimorfizma oblika ploda osobito kod pojedinih sorti jabuke. Kod istraživanih genotipova, utvrđeno je pet različitih osnovnih oblika ploda: koničan, obrnuto elipsoidan, valjkast sa strukom, okruglast i jajolik.

Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđen je koničan osnovni oblik ploda (17), zatim obrnuto elipsoidan kod njih 13, valjkast sa strukom kod 8, a po pet genotipova imalo je okruglast odnosno jajolik oblik, dok valjkast i elipsoidan osnovni oblik ploda nije utvrđen niti kod jednog genotipa. Temeljem utvrđenog osnovnog oblika ploda, genotipovi su svrstani u sljedeće skupine:

genotipovi s koničnim oblikom ploda: 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Cigančica', 'Ferdekelta', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Kristalka', 'Majdofija', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Šiljika'

genotipovi s obrnuto elipsoidnim plodom: 'Adamčica', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dulibarka', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Krupnara', 'Muškotelka', 'Rožnik', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Tvrđika', 'Žuta zimsko'

genotipovi s valjkastim plodovima sa strukom: 'Bihorka', 'Duplokorka', 'Ivanlija', 'Križara', 'Prinčevka', 'Slačica', 'Špička', 'Železnica'

genotipovi jajolikog oblika ploda: 'Dogaja', 'Dugata', 'Hrapava zvonasta', 'Jaje', 'Meglena'

genotipovi okruglastog ploda: 'Adamovka petrovka', 'Crvena ribnjača', 'Hrapavka rana', 'Ljetni mošancelj', 'Rajska'

Boja

Prilikom opisa sorte prati se osnovna boja ploda te različita svojstva dopunske boje (relativna površina prekrivena dopunskom bojom, nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom, te intenzitet i struktura dopunske boje).

Osnovna boja

Osnovna boja prekriva cijeli plod jabuke, a u vrijeme zrelosti kod plodova većine sorti obično se uočava ovisno o intenzitetu i stupnju prekrivenosti ploda dopunskom bojom. Osnovna boja može biti: zelena ili žuta s različitim nijansama.

Kod najvećeg broja genotipova utvrđena je žutozelena osnovna boja ploda (28), zelena kod sedam, bijelozelena kod šest, bijeložuta kod četiri i žuta kod tri istraživana genotipa. Kod niti jednog istraživanog genotipa nije utvrđeno da osnovna boja nije vidljiva.

Osnovna boja ploda kod istraživanih genotipova:

Bijeložuta: 'Ivanlija', 'Prinčevka', 'Ružmarinka', 'Tvrđika'

Žuta: 'Cigančica', 'Golubica', 'Hrapavka rana'

Bijelozelena: 'Dogaja', 'Dugata', 'Duplokorka', 'Kristalka', 'Meglena', 'Slična Božićnici'

Žutozelena: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dulibarka', 'Ferdekelta', 'Galetina', 'Hrapava zvonasta', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Križara', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Železnica'

Zelena: 'Crvena ribnjača', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Muškotelka', 'Slačica', 'Špička', 'Žuta zimsko'.

Relativna površina prekrivena dopunskom bojom

Dopunska boja kože razvija se na osnovnoj boji, a može prekrivati cijeli plod ili samo jedan dio (određeni postotak).

Utvrđeno je pet tipova prekrivenosti dopunskom bojom kod istraživanih genotipova: vrlo mala, mala, srednja, velika i vrlo velika prekrivenost dopunskom bojom kože.

Kod najvećeg broja genotipova utvrđena je srednja prekrivenost površine ploda dopunskom bojom (18), odsutna ili vrlo mala prisutnost utvrđena je kod 12 genotipova, mala kod devet, velika kod sedam a vrlo velika kod dva genotipa. Svrstavanje genotipova ovisno o relativnoj površini ploda prekrivenog dopunskom bojom:

Nije prisutna ili vrlo mala prisutnost dopunske boje: 'Adamovka petrovka', 'Blatnjača', 'Carevka', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Prijedorska zelenika', 'Šiljika', 'Tvrđika'

Mala prisutnost dopunske boje: 'Adamčica', 'Bijela repica', 'Hrapava zvonasta', 'Ivanlija', 'Ljetni mošancelj', 'Muškotelka', 'Rožmarinka', 'Slačica', 'Žuta zimsko'

Srednja prisutnost dopunske boje: 'Bihorka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Ferdekelta', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Križara', 'Majdofija', 'Meglena', 'Orahovačka', 'Rožnik', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Slična Božićnici', 'Železnica'

Velika prisutnost dopunske boje: 'Duplokorka', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Špička'

Vrlo velika prisutnost dopunske boje: 'Čelenika ljetna', 'Galetina'

Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom

Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom razlikuje se ovisno o sorti ali je i pod utjecajem vanjskih čimbenika. Može biti ružičasta ili crvena (svijetlo / tamno). Kod istraživanih genotipova utvrđeno je pet nijansi dopunske boje: crvena, narančastocrvena, smeđocrvena, ružičastocrvena i ljubičastocrvena.

Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđena je crvena nijansa dopunske boje (18), narančastocrvena (12), smeđocrvena kod pet, ružičastocrvena kod četiri i ljubičastocrvena kod dva genotipa. Nijansa dopunske boje razvijena kod pojedinog istraživanog genotipa prikazana je u nastavku:

Crvena: 'Bihorka', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dulibarka', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Križara', 'Majdofija', 'Rajska', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Železnica'

Narančastocrvena: 'Adamčica', 'Bijela repica', 'Dugata', 'Hrapava zvonasta', 'Jesenska žuta', 'Meglena', 'Mušotelka', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Šiljika', 'Tvrđika', 'Žuta zimska'

Smeđocrvena: 'Galetina', 'Ljetni mošancelj', 'Orahovačka', 'Rožnik', 'Slavonska srčika - Podravina'

Ružičastocrvena: 'Duplokorka', 'Golubica', 'Ivanlija', 'Ružmarinka'

Ljubičastocrvena: 'Ferdekelta', 'Senabija'

Intenzitet dopunske boje

Intenzitet dopunske boje ovisi o utjecaju vanjskih čimbenika tijekom završne faze rasta ploda i različit je ovisno o sorti jabuke. Plodovi mogu imati i svijetli, tamni i srednji intenzitet dopunske boje koji su i utvrđeni kod istraživanih genotipova. Najveći broj istraživanih genotipova imao je srednji intenzitet dopunske boje ploda (20), svijetlije plodove imalo je 13 genotipova a tamnije osam genotipova.

Svrstavanje istraživanih genotipova ovisno o intenzitetu dopunske boje:

svijetli intenzitet: 'Bijela repica', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Ivanlija', 'Jesenska žuta', 'Kristalka', 'Ljetni mošancelj', 'Mušotelka', 'Rožmarinka', 'Slačica', 'Šiljika', 'Tvrđika', 'Žuta zimska'

srednji intenzitet: 'Adamčica', 'Bihorka', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Majdofija', 'Meglena', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Špička', 'Železnica'

tamni intenzitet: 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Ferdekelta', 'Galetina', 'Križara', 'Orahovačka', 'Rožnik', 'Slična Božićnici'

Struktura dopunske boje

Struktura dopunske boje sortno je svojstvo, koje je podložna utjecaju vanjskih čimbenika.

Kod istraživanih genotipova utvrđeno je šest tipova strukture dopunske boje: crvena bez primjesa, crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama, crvena bez primjesa s jako izraženim prugama, prugasta (bez crvenila), crvena i prošarana te crvena, prugasta i prošarana.

Crvena struktura dopunske boje bez primjesa utvrđena je kod najvećeg broja istraživanih genotipova (16), crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama kod 13 genotipova, crvena, prugasta i prošarana kod sedam, crvena bez primjesa s jako izraženim prugama dva i crvena i prošarana također dva te prugasta (bez crvenila) jedan genotip. Svrstavanje genotipova ovisno o strukturi dopunske boje:

crvena bez primjesa: 'Crvena ribnjača', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Galetina', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Kristalka', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Rožmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika-Karolina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Želežnica', 'Žuta zimska';

crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama: 'Cigančica', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Ferdekelta', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Klopčenka', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Ružmarinka', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Špička';

crvena bez primjesa s jako izraženim prugama: 'Bihorka', 'Rajska';

prugasta (bez crvenila): 'Tvrđika';

crvena i prošarana: 'Adamčica', 'Jesenska žuta';

crvena, prugasta i prošarana: 'Bijela repica', 'Čebulka', 'Križara', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Slačica';

Čaška

Čaška predstavlja jedan od najkarakterističnijih deskriptivnih elemenata ploda različitih sorti jabuke. Smještena je na vrhu ploda. Čini je pet listića, a vrhovi listića ostavljaju mali otvor „oko“. Prilikom opisa sorti jabuke prati se udubljenje i veličina čaške.

Udubljenje čaške

Udubljenje čaške različito je izraženo ovisno o sorti jabuke, a kod istraživanih genotipova utvrđena su tri različita tipa udubljenja čaške: slabo izraženo, umjereno izraženo i jako izraženo.

Kod najvećeg broja genotipova (26), utvrđeno je:

umjereno izraženo udubljenje čaške: 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Carevka', 'Cigančica', 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Galetina', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Klopčenka', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prinčevka', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Tvrđika', 'Žuta zimsko';

kod 17 genotipova jako izraženo udubljenje čaške: 'Blatnjača', 'Crvena ribnjača', 'Dogaja', 'Duplokorka', 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Kristalka', 'Križara', 'Orahovačka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Špička', 'Železnica';
dok je udubljenje bilo odsutno odnosno slabo izraženo kod pet genotipova: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Hrapava zvonasta', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska'

Veličina čaške

Veličina čaške je također značajno sortno svojstvo koje se koristi prilikom determinacije različitih sorti jabuke.

Kod istraživanih genotipova utvrđene su tri različite veličine čaške: mala, srednja i velika. Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđena je srednja veličina čaške ploda (25), zatim velika kod 11 genotipova i mala kod 12 genotipova.

S obzirom na veličinu čaške istraživani genotipovi su podijeljeni u sljedeće skupine:

genotipovi s malom čaškom: 'Adamčica', 'Bijela repica', 'Čebulka', 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka'

genotipovi sa srednjom čaškom: 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Blatnjača', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Ferdekela', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Križara', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slačica', 'Slična Božićnici', 'Šiljika', 'Špička', 'Tvrđika', 'Železnica'

genotipovi s velikom čaškom: 'Carevka', 'Crvena ribnjača', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Jesenska žuta', 'Krupnara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Žuta zimsko'

Lenticle

Lenticle različitih veličina su više ili manje prisutne na kožici ploda i također su značajne za determinaciju jabuke.

Prisutnost lenticela

Lenticele mogu bi malobrojne, srednje brojne i mnogobrojne, a prisutnost i brojnost lenticela se razlikuje ovisno o sorti jabuke.

Utvrđeno je kako najveći broj genotipova (21) ima srednje brojne lenticele na plodu, zatim malobrojne ima 17 genotipova, a 10 genotipova ima mnogobrojne lenticele.

Malobrojne lenticele utvrđene su kod sljedećih genotipova: 'Adamovka petrovka', 'Blatnjača', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čelenika ljetna', 'Duplokorka', 'Ferdekelca', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Ljetni mošancelj', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Ružmarinka', 'Špička', 'Tvrđika'.

Kod sljedećih genotipova utvrđene su srednje brojne lenticele: 'Adamčica', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Carevka', 'Čebulka', 'Dulibarka', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Majdofija', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Želežnica', 'Žuta zimsko'.

Mnogobrojne lenticele utvrđene su kod sljedećih genotipova: 'Dogaja', 'Dugata', 'Hrapava zvonasta', 'Križara', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Senabija', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Šiljika'.

Veličina

Ovisno o sorti lenticele mogu biti različite veličine: male, velike i srednje

Kod najvećeg broja istraživanih genotipova (26) utvrđena je mala veličina lenticela na plodu, srednja kod 17 i velika kod samo pet genotipova. *Svrstavanja genotipova ovisno o veličini lenticela:*

Male lenticele utvrđene su kod genotipova: 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Blatnjača', 'Cigančica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Golubica', 'Hrapavka rana', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Kristalka', 'Križara', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka', 'Slačica', 'Slavonska srčika - Podravina', 'Šiljika', 'Špička', 'Tvrđika', 'Žuta zimsko'.

Genotipovi sa srednjim lenticelama: 'Dogaja', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Ferdekelca', 'Grinštantin', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Krupnara', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Rajska', 'Rožnik', 'Slavonska srčika - Karolina', 'Slična Božićnici', 'Želežnica'.

Velike lenticele utvrđene su kod genotipova: 'Carevka', 'Čelenika ljetna', 'Hrapava zvonasta', 'Prijedorska zelenika', 'Senabija'.

4.2.2. Fenološka opažanja

Fenološka opažanja obuhvatila su utvrđivanje faza cvatnje prema BBCH- skali, utvrđivanje prosječnog trajanja cvatnje u danima te utvrđivanje optimalnog roka berbe

4.2.2.1. Utvrđivanje faza cvatnje prema BBCH- skali

Faze cvatnje (početak cvatnje, puna cvatnja i završetak cvatnje) istraživanih genotipova utvrđene su prema BBCH – skali (*Phenological growth stages and identification keys of pome fruit*) tablica 6. a temeljem trogodišnjeg praćenja fenofaza cvatnje izrađen je fenogram cvatnje prikazan u tablici 7.

U istraživanom razdoblju genotip koji je najranije započeo cvatnju (*BBCH faza 61*) je 'Hrapavka rana', a prosječan datum početka cvatnje bio je 12. travanj, dok je najkasnije započeo cvatnju genotip 'Ivanlija', a prosječan datum početka cvatnje bio je 27. travanj. Genotip koji je najranije ušao fazu pune cvatnje (*BBCH faza 65*) je 'Adamovka petrovka', a prosječan datum pune cvatnje bio je 17. travanj, dok su najkasnije u fazu pune cvatnje ušli genotipovi 'Čebulka', 'Senabija' i 'Železnica', a prosječan datum pune cvatnje bio je 27. travanj. Genotip koji je najranije završio cvatnju (*BBCH faza 69*) je 'Žuta zimska', a prosječan datum završetka cvatnje bio je 28. travanj, dok genotipovi koji su najkasnije završili s cvatnjom su 'Kristalka', 'Meglena', 'Senabija', i 'Slavonska srčika-Karolina', kod kojih je prosječan datum završetka cvatnje bio 10. svibanj.

Najkraće prosječno vrijeme trajanje cvatnje od 15 dana utvrđeno je kod genotipova: 'Blatnjača', 'Čebulka', 'Golubica', 'Hrapava zvonasta', 'Ljetni mošancelj' i 'Žuta zimska' Dok je kod genotipova 'Ferdekelca' i 'Krupnara' utvrđeno najdulje prosječno vrijeme trajanje cvatnje od 23 dana.

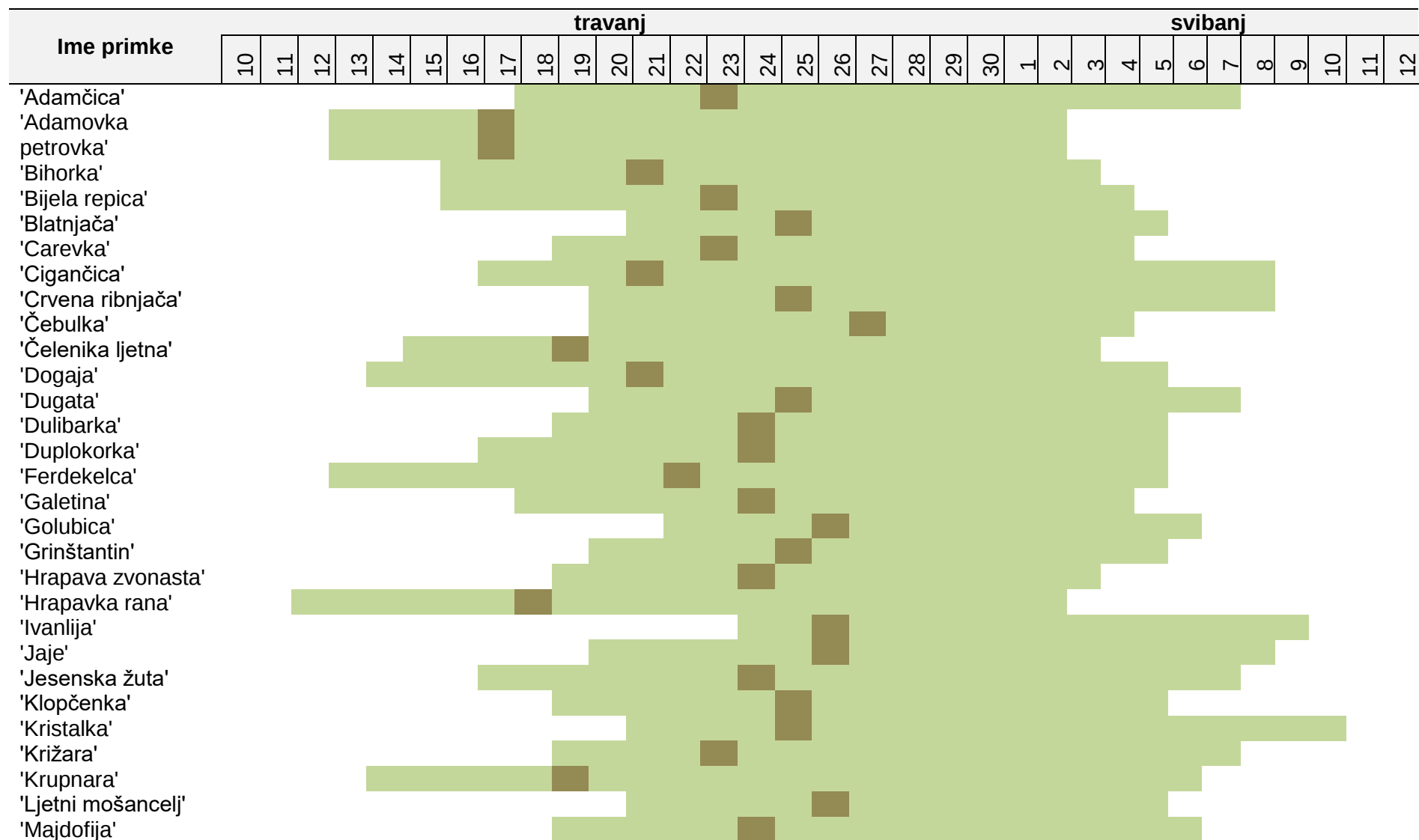
Tablica 6. Fenološke faze cvatnje istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke po godinama (2021., 2022., 2023.) i prosječno trajanje cvatnje u danima

Faza BBCH	61 (početak cvatnje)				65 (puna cvatnja)				69 (završetak cvatnje)				Prosječno trajanje cvatnje u danima
Ime primke	Godina				Godina				Godina				
	2021.	2022.	2023.	Prosjek	2021.	2022.	2023.	Prosjek	2021.	2022.	2023.	Prosjek	
'Adamčica'	18.4.	20.4.	17.4.	18.4.	23.4.	25.4.	21.4.	23.4.	8.5.	7.5.	5.5.	7.5.	20
'Adamovka petrovka'	6.4.	15.4.	17.4.	13.4.	12.4.	20.4.	20.4.	17.4.	28.4.	3.5.	4.5.	2.5.	20
'Bihorka'	12.4.	19.4.	16.4.	16.4.	18.4.	23.4.	22.4.	21.4.	3.5.	2.5.	4.5.	3.5.	18
'Bijela repica'	14.4.	16.4.	19.4.	16.4.	21.4.	21.4.	26.4.	23.4.	3.5.	2.5.	6.5.	4.5.	19
'Blatnjača'	22.4.	18.4.	23.4.	21.4.	26.4.	22.4.	27.4.	25.4.	7.5.	2.5.	6.5.	5.5.	15
'Carevka'	21.4.	17.4.	19.4.	19.4.	24.4.	21.4.	23.4.	23.4.	6.5.	2.5.	4.5.	4.5.	16
'Cigančica'	17.4.	18.4.	16.4.	17.4.	22.4.	21.4.	21.4.	21.4.	9.5.	7.5.	8.5.	8.5.	22
'Crvena ribnjača'	19.4.	20.4.	21.4.	20.4.	25.4.	24.4.	26.4.	25.4.	9.5.	6.5.	10.5.	8.5.	19
'Čebulka'	18.4.	20.4.	23.4.	20.4.	26.4.	25.4.	29.4.	27.4.	3.5.	2.5.	6.5.	4.5.	15
'Čelenika ljetna'	10.4.	19.4.	16.4.	15.4.	14.4.	23.4.	19.4.	19.4.	4.5.	2.5.	3.5.	3.5.	19
'Dogaja'	11.4.	15.4.	16.4.	14.4.	24.4.	21.4.	19.4.	21.4.	8.5.	3.5.	4.5.	5.5.	22
'Dugata'	20.4.	22.4.	18.4.	20.4.	25.4.	26.4.	25.4.	25.4.	6.5.	5.5.	9.5.	7.5.	18
'Dulibarka'	20.4.	17.4.	19.4.	19.4.	25.4.	22.4.	26.4.	24.4.	11.5.	2.5.	5.5.	6.5.	18
'Duplokorka'	12.4.	20.4.	19.4.	17.4.	22.4.	23.4.	26.4.	24.4.	4.5.	2.5.	10.5.	5.5.	19
'Ferdekelta'	12.4.	14.4.	14.4.	13.4.	22.4.	23.4.	21.4.	22.4.	6.5.	4.5.	5.5.	5.5.	23
'Galetina'	17.4.	15.4.	21.4.	18.4.	24.4.	22.4.	26.4.	24.4.	4.5.	2.5.	5.5.	4.5.	17
'Golubica'	22.4.	20.4.	24.4.	22.4.	26.4.	24.4.	28.4.	26.4.	6.5.	3.5.	8.5.	6.5.	15
'Grinštantin'	20.4.	18.4.	23.4.	20.4.	25.4.	23.4.	28.4.	25.4.	5.5.	2.5.	9.5.	5.5.	16
'Hrapava zvonasta'	19.4.	20.4.	19.4.	19.4.	24.4.	25.4.	23.4.	24.4.	2.5.	2.5.	5.5.	3.5.	15
'Hrapavka rana'	7.4.	16.4.	12.4.	12.4.	12.4.	22.4.	19.4.	18.4.	2.5.	2.5.	3.5.	2.5.	21
'Ivanlija'	26.4.	22.4.	24.4.	24.4.	28.4.	25.4.	26.4.	26.4.	12.5.	6.5.	8.5.	9.5.	16
'Jaje'	19.4.	22.4.	20.4.	20.4.	26.4.	26.4.	26.4.	26.4.	10.5.	6.5.	9.5.	8.5.	19
'Jesenska žuta'	16.4.	14.4.	20.4.	17.4.	24.4.	21.4.	27.4.	24.4.	8.5.	4.5.	10.5.	7.5.	21
'Klopčenka'	20.4.	19.4.	18.4.	19.4.	26.4.	24.4.	25.4.	25.4.	7.5.	3.5.	5.5.	5.5.	17
'Kristalka'	22.4.	19.4.	21.4.	21.4.	26.4.	23.4.	26.4.	25.4.	12.5.	7.5.	10.5.	10.5.	20

Faza BBCH	61 (početak cvatnje)				65 (puna cvatnja)				69 (završetak cvatnje)				Prosječno trajanje cvatnje u danima
Ime primke	Godina				Godina				Godina				
	2021.	2022.	2023.	Prosjek	2021.	2022.	2023.	Prosjek	2021.	2022.	2023.	Prosjek	
'Krupnara'	11.4.	15.4.	16.4.	14.4.	19.4.	20.4.	19.4.	19.4.	9.5.	3.5.	5.5.	6.5.	23
'Ljetni mošancelj'	19.4.	20.4.	23.4.	21.4.	25.4.	24.4.	28.4.	26.4.	5.5.	2.5.	7.5.	5.5.	15
'Majdofija'	18.4.	20.4.	19.4.	19.4.	23.4.	24.4.	26.4.	24.4.	3.5.	4.5.	10.5.	6.5.	18
'Meglena'	24.4.	22.4.	23.4.	23.4.	27.4.	25.4.	26.4.	26.4.	12.5.	8.5.	11.5.	10.5.	18
'Muškotelka'	18.4.	20.4.	19.4.	19.4.	26.4.	25.4.	27.4.	26.4.	9.5.	5.5.	6.5.	7.5.	19
'Orahovačka'	12.4.	17.4.	21.4.	17.4.	20.4.	21.4.	27.4.	23.4.	30.4.	2.5.	4.5.	2.5.	16
'Prijedorska zelenika'	15.4.	18.4.	20.4.	18.4.	23.4.	24.4.	27.4.	25.4.	8.5.	5.5.	10.5.	8.5.	21
'Prinčevka'	12.4.	15.4.	18.4.	15.4.	21.4.	20.4.	24.4.	22.4.	4.5.	2.5.	7.5.	4.5.	20
'Rajska'	15.4.	19.4.	21.4.	18.4.	21.4.	24.4.	26.4.	24.4.	2.5.	3.5.	10.5.	5.5.	18
'Rožmarinka'	11.4.	13.4.	16.4.	13.4.	24.4.	25.4.	24.4.	24.4.	3.5.	4.5.	6.5.	4.5.	22
'Rožnik'	12.4.	13.4.	16.4.	14.4.	25.4.	24.4.	25.4.	25.4.	2.5.	3.5.	4.5.	3.5.	20
'Ružmarinka'	13.4.	16.4.	15.4.	15.4.	23.4.	26.4.	25.4.	25.4.	3.5.	6.5.	5.5.	5.5.	21
'Senabija'	17.4.	20.4.	25.4.	21.4.	26.4.	25.4.	30.4.	27.4.	12.5.	6.5.	13.5.	10.5.	20
'Slačica'	16.4.	15.4.	17.4.	16.4.	20.4.	23.4.	21.4.	21.4.	4.5.	2.5.	5.5.	4.5.	19
'Slavonska srčika-Karolina'	20.4.	19.4.	22.4.	20.4.	26.4.	24.4.	27.4.	26.4.	11.5.	8.5.	12.5.	10.5.	21
'Slavonska srčika-Podravina'	19.4.	20.4.	21.4.	20.4.	24.4.	26.4.	26.4.	25.4.	7.5.	8.5.	10.5.	8.5.	19
'Slična Božićnici'	18.4.	19.4.	21.4.	19.4.	24.4.	25.4.	27.4.	25.4.	3.5.	5.5.	6.5.	5.5.	17
'Šiljika'	15.4.	17.4.	16.4.	16.4.	21.4.	21.4.	21.4.	21.4.	5.5.	2.5.	7.5.	5.5.	20
'Špička'	21.4.	20.4.	23.4.	21.4.	25.4.	24.4.	26.4.	25.4.	8.5.	4.5.	7.5.	6.5.	16
'Tvrđika'	16.4.	16.4.	17.4.	16.4.	22.4.	21.4.	21.4.	21.4.	6.5.	3.5.	5.5.	5.5.	20
'Železnica'	19.4.	18.4.	21.4.	19.4.	26.4.	25.4.	29.4.	27.4.	3.5.	4.5.	8.5.	5.5.	17
'Žuta zimsko'	13.4.	16.4.	12.4.	14.4.	22.4.	21.4.	20.4.	21.4.	27.4.	30.4.	26.4.	28.4.	15

* najraniji datum i najkraće trajanje cvatnje; * najkasniji datum i najduže trajanje cvatnje

Tablica 7. Fenogram cvatnje istraživanih jedinstvenih genotipova jabuke u kolekcijskom nasadu Donja Zelina



Ime primke	travanj												svibanj																				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
'Meglena'																																	
'Muškotelka'																																	
'Orahovačka'																																	
'Prijedorska zelenika'																																	
'Prinčevka'																																	
'Rajska'																																	
'Rožmarinka'																																	
'Rožnik'																																	
'Ružmarinka'																																	
'Senabija'																																	
'Slačica'																																	
'Slavonska srčika-Karolina'																																	
'Slavonska srčika-Podravina'																																	
'Slična Božićnici'																																	
'Šiljika'																																	
'Špička'																																	
'Tvrđika'																																	
'Železnica'																																	
'Žuta zimska'																																	

* puna cvatnja – prosječan datum

* trajanje cvatnje u danima

Prema vremenu cvatnje istraživani genotipovi su podijeljeni na srednje rane, srednje, srednje kasne i kasne.

Najveći broj jedinstvenih genotipova (27) je srednje kasnog vremena cvatnje zatim srednjeg 16, kasnog tri i srednje ranog dva.

Genotipovi srednje ranog vremena cvatnje su: 'Adamovka petrovka' i 'Hrapavka rana'.

Genotipovi srednjeg vremena cvatnje su: 'Adamčica', 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Carevka', 'Cigančica', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Ferdekela', 'Križara', 'Krupnara', 'Orahovačka', 'Prinčevka', 'Slačica', 'Šiljika', 'Tvrđika' i 'Žuta zimsko'.

Genotipovi srednje kasnog vremena cvatnje su: 'Blatnjača', 'Crvena ribnjača', 'Dugata', 'Dulibarka', 'Duplokorka', 'Galetina', 'Golubica', 'Grinštantin', 'Hrapava zvonasta', 'Ivanlija', 'Jaje', 'Jesenska žuta', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Ljetni mošancelj', 'Majdofija', 'Meglena', 'Muškotelka', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska', 'Rožmarinka', 'Rožnik', 'Ružmarinka' ('Florianer Rosmarin'), 'Slavonska srčika-Karolina', 'Slavonska srčika-Podravina', 'Slična Božićnici' i 'Špička'.

Genotipovi kasnog vremena cvatnje su: 'Čebulka', 'Senabija' i 'Železnica'.

4.2.2.2. Utvrđivanje optimalnog roka berbe

Optimalni rok berbe ključan je zbog zadržavanja kvalitete ploda nakon berbe ali i tijekom čuvanja. U tablici 8. prikazani su istraživani jedinstveni genotipovi jabuke s obzirom na datum dozrijevanja u svakoj istraživanoj godini, prosječan datum dozrijevanja istraživanog genotipa kao i svrstavanje genotipova u određenu grupu prema vremenu dozrijevanja temeljem trogodišnjeg praćenja vremena dozrijevanja u kolekcijskom nasadu u Donjoj Zelini.

Prema vremenu dozrijevanja utvrđeno je kako genotip 'Adamovka petrovka' najranije dozrijeva - u prvoj dekadi srpnja, a prosječan datum berbe u istraživanom razdoblju bio je 9. srpanj, a nakon njega u srpnju još dozrijeva i genotip 'Čelenika ljetna', a u kolovozu dozrijevaju genotipovi 'Hrapavka rana' i 'Prinčevka'. Tijekom rujna dozrijeva 14 istraživanih genotipova, dok je utvrđeno kako najveći broj genotipova dozrijeva u listopadu (29). Genotip koji je najkasniji dozrijevao je 'Muškotelka' - treća dekada studenog, a prosječan datum berbe bio je 23. studeni (Tablica 9.).

Tablica 8. Prikaz istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke prema vremenu dozrijevanja

Ime primke	Godina				Vrijeme dozrijevanja
	2021.	2022.	2023.	Prosjek	Podjela
'Adamčica'	29.10.	25.10.	3.11.	30.10.	vrlo kasna
'Adamovka petrovka'	15.7.	4.7.	9.7.	9.7.	ekstremno rana
'Bihorka'	5.10.	17.10.	11.10.	12.10.	kasna
'Bijela repica'	15.10.	17.10.	11.10.	14.10.	kasna
'Blatnjača'	14.9.	21.9.	20.9.	18.9.	srednje kasna
'Carevka'	7.10.	23.9.	20.9.	29.9.	srednje kasna
'Cigančica'	29.10.	28.10.	12.10.	23.10.	vrlo kasna
'Crvena ribnjača'	20.9.	23.9.	10.10.	30.9.	srednje kasna
'Čebulka'	5.10.	25.9.	20.9.	28.9.	srednje kasna
'Čelenika ljetna'	2.8.	22.7.	4.8.	28.7.	vrlo rana
'Dogaja'	22.10.	30.9.	2.10.	8.10.	kasna
'Dugata'	15.10.	20.10.	2.10.	12.10.	kasna
'Dulibarka'	15.10.	17.10.	18.10.	17.10.	vrlo kasna
'Duplokorka'	6.9.	15.9.	7.9.	9.9.	srednja
'Ferdekelca'	14.9.	11.9.	12.9.	12.9.	srednja
'Galetina'	14.10.	12.10.	18.10.	15.10.	vrlo kasna
'Golubica'	9.10.	25.10.	10.10.	15.10.	vrlo kasna
'Grinštantin'	22.10.	20.10.	15.10.	19.10.	vrlo kasna
'Hrapava zvonasta'	15.10.	1.10.	2.10.	6.10.	kasna
'Hrapavka rana'	26.8.	24.8.	23.8.	24.8.	srednje rana
'Ivanlija'	20.9.	22.9.	18.9.	20.9.	srednje kasna
'Jaje'	14.9.	23.9.	18.9.	18.9.	srednje kasna
'Jesenska žuta'	15.10.	9.10.	1.10.	8.10.	kasna
'Klopčenka'	15.10.	10.10.	2.10.	9.10.	kasna
'Kristalka'	28.9.	23.9.	18.9.	23.9.	srednje kasna
'Križara'	5.10.	7.10.	2.10.	5.10.	kasna
'Krupnara'	30.9.	23.9.	20.9.	24.9.	srednje kasna
'Ljetni mošancelj'	24.9.	30.9.	20.9.	25.9.	srednje kasna
'Majdofija'	15.10.	22.10.	18.10.	18.10.	vrlo kasna
'Meglena'	15.10.	28.9.	2.10.	6.10.	kasna
'Muškotelka'	21.11.	25.11.	23.11.	23.11.	ekstremno kasna
'Orahovačka'	29.9.	23.9.	20.9.	24.9.	srednje kasna
'Prijedorska zelenika'	29.10.	8.10.	22.10.	20.10.	vrlo kasna
'Prinčevka'	3.9.	3.9.	21.8.	28.8.	srednja
'Rajska'	15.10.	7.10.	2.10.	8.10.	kasna
'Rožmarinka'	6.9.	13.9.	20.9.	13.9.	srednja
'Rožnik'	15.10.	19.10.	10.10.	15.10.	vrlo kasna
'Ružmarinka'	6.9.	2.9.	20.9.	9.10.	kasna
'Senabija'	28.10.	14.10.	1.10.	14.10.	kasna
'Slačica'	14.10.	7.10.	18.10.	13.10.	kasna
'Slavonska srčika-Karolina'	15.10.	17.10.	2.10.	11.10.	kasna
'Slavonska srčika-Podravina'	22.10.	17.10.	18.10.	19.10.	vrlo kasna
'Slična Božićnici'	20.10.	14.10.	2.10.	12.10.	kasna
'Šiljika'	15.10.	29.9.	2.10.	7.10.	kasna
'Špička'	27.9.	23.9.	18.9.	23.9.	srednje kasna
'Tvrđika'	5.10.	4.10.	2.10.	4.10.	kasna
'Želežnica'	15.10.	25.10.	19.10.	20.10.	vrlo kasna
'Žuta zimska'	20.10.	10.10.	2.10.	11.10.	kasna

Tablica 9. Vrijeme dozrijevanja jedinstvenih genotipova jabuke u kolekcijskom nasadu Donja Zelina

Ime primke	srpanj			kolovoz			rujan			listopad			studeni		
	dekada			dekada			dekada			dekada			dekada		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
'Adamčica'															
'Adamovka petrovka'															
'Bihorka'															
'Bijela repica'															
'Blatnjača'															
'Carevka'															
'Cigančica'															
'Crvena ribnjača'															
'Čebulka'															
'Čelenika ljetna'															
'Dogaja'															
'Dugata'															
'Dulibarka'															
'Duplokorka'															
'Ferdekelca'															
'Galetina'															
'Golubica'															
'Grinštantin'															
'Hrapava zvonasta'															
'Hrapavka rana'															
'Ivanlija'															
'Jaje'															
'Jesenska žuta'															
'Klopčenka'															
'Kristalka'															
'Križara'															
'Krupnara'															
'Ljetni mošancelj'															
'Majdofija'															
'Meglina'															
'Muškotelka'															
'Orahovačka'															
'Prijedorska zelenika'															
'Prinčevka'															
'Rajska'															
'Rožmarinka'															
'Rožnik'															
'Ružmarinka'															
'Senabija'															
'Slačica'															
'Slavonska srčika-Karolina'															
'Slavonska srčika-Podravina'															
'Slična Božićnici'															
'Šiljika'															
'Špička'															
'Tvrđika'															
'Želežnica'															
'Žuta zimska'															

Istraživani jedinstveni genotipovi jabuke prema vremenu dozrijevanja podijeljeni su na: ekstremno rane, vrlo rane, srednje rane, srednje, srednje kasne, kasne, vrlo kasne i ekstremno kasne (Tablica 8.).

Ekstremno rani: 'Adamovka petrovka'

Vrlo rani: 'Čelenika ljetna'

Srednje rani: 'Hrapavka rana'

Srednji: 'Prinčevka', 'Duplokorka', 'Ferdekelta' i 'Rožmarinka'

Srednje kasni: 'Blatnjača', 'Jaje', 'Ivanlija', 'Špička', 'Kristalka', 'Krupnara', 'Orahovačka', 'Ljetni mošancelj', 'Čebulka', 'Carevka' i 'Crvena ribnjača'

Kasni: 'Tvrđika', 'Križara', 'Hrapava zvonasta', 'Meglena', 'Šiljika', 'Jesenska žuta', 'Dogaja', 'Rajska', 'Klopčenka', 'Ružmarinka', 'Žuta zimska', 'Slavonska srčika-Karolina', 'Bihorka', 'Dugata', 'Slična Božićnici', 'Slačica', 'Bijela repica' i 'Senabija'

Vrlo kasni: 'Rožnik', 'Galetina', 'Golubica', 'Dulibarka', 'Majdofija', 'Slavonska srčika-Podravina', 'Grinštantin', 'Prijedorska zelenika', 'Železnica', 'Cigančica' i 'Adamčica'

Ekstremno kasni: 'Muškotelka'

Najveći broj genotipova, njih 18, kasno dozrijeva, zatim 11 srednje kasno, vrlo kasno također 11, srednje četiri, te ekstremno rano, vrlo rano, srednje rano i ekstremno kasno po jedan genotip.

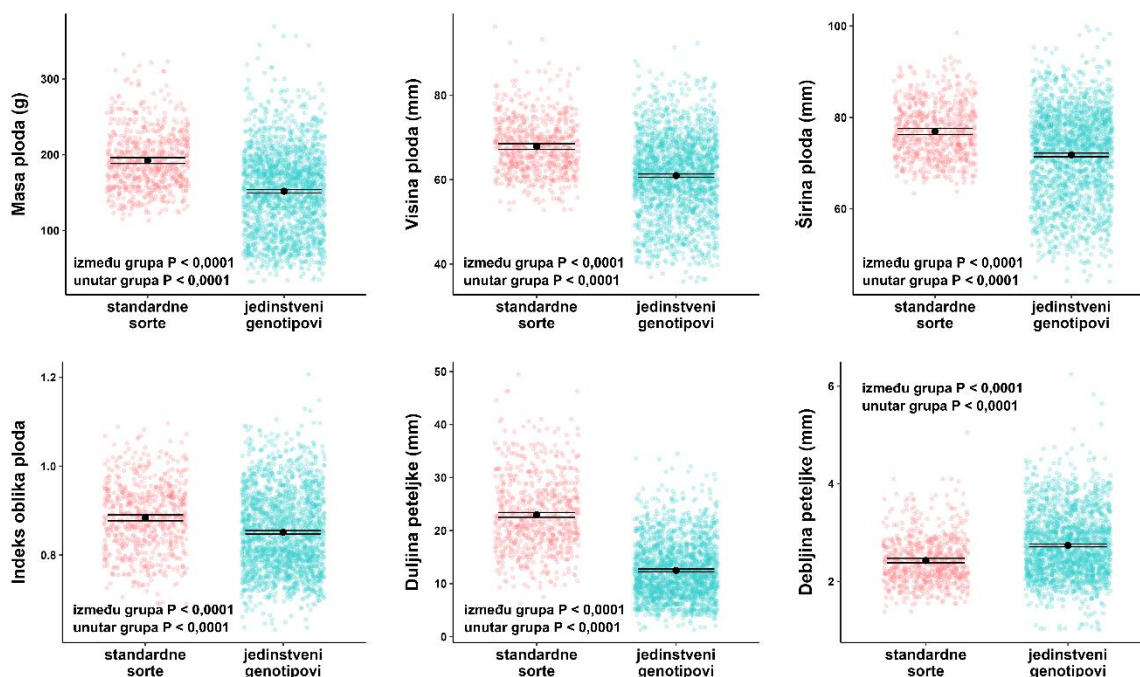
4.2.3. Analize pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava

Rezultati istraživanja pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava plodova standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke analiziranih u 2021., 2022. i 2023. godini prikazani su u tablicama 10. – 13. te slikama 12. – 13.

4.2.3.1. Rezultati analize varijance (ANOVA) pomoloških i fizikalno - kemijskih svojstava istraživanih standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

Rezultati pomoloških i fizikalno-kemijskih analiza prikazani su kroz usporedbu istraživanih svojstava između skupina standardnih i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke kao i kroz usporedbu prosječnih vrijednosti istraživanih svojstava unutar svake skupine zasebno. Usporedbe pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava plodova između skupina standardnih i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke prikazane su na slici 12. i slici 13.).

Pomološka svojstva ploda



Slika 12. Usporedba prosječnih vrijednosti pomoloških svojstava između standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke; crnom točkom označen je prosjek grupe, linijama interval pouzdanosti, a u pozadini su prikazane vrijednosti svih uzoraka

Ugniježđena analiza varijance pokazala je kako postoje statistički značajne razlike između grupa (standardne sorte i jedinstveni tradicionalni genotipovi jabuke) i između pojedinih sorti / genotipova unutar svake grupe na temelju svih istraživanih kvantitativnih pomoloških svojstava. Utvrđene su visoko signifikantne razlike između grupa za masu, visinu i širinu ploda, indeks oblika ploda te duljinu i debljinu peteljke (Slika 12.).

Analizom dobivenih rezultata ovog istraživanja, utvrđeno je kako standardne sorte imaju statistički značajno veću masu, visinu i širinu ploda te indeks oblika ploda u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove (Slika 12.). Kod standardnih sorti minimalna vrijednost mase ploda iznosila je 113,35 g, što je značajno veća masa ploda u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove, a kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti od 332,73 g. Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova minimalna vrijednost mase ploda iznosila je 32,26 g i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 369,16 g što predstavlja izdvojen primjer veće mase ploda u odnosu na standardne sorte.

Minimalna vrijednost visine ploda standardnih sorti iznosila je 52,85 mm, što ukazuje da je kod plodova standardnih sorti utvrđena veća visina za oko 17 mm u odnosu na plodove jedinstvenih tradicionalnih genotipova. Maksimum visine ploda standardnih sorti iznosio je 96,31 mm. Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova minimalna vrijednost visine ploda iznosila je 35,75 mm i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 92,33 mm, što je za 4 mm manja visina ploda u odnosu na standardne sorte.

Minimalna vrijednost širine ploda kod standardnih sorti iznosila je 63,42 mm i značajno je veća u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove, a kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti od 98,54 mm. Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena vrijednost širine ploda iznosila je 44,00 mm i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 99,89 mm.

Kod standardnih sorti minimalna vrijednost indeksa oblika ploda iznosila je 0,69 i kretala se u rasponu do 1,10, dok je minimalna vrijednost indeksa oblika ploda kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova iznosila 0,63 odnosno maksimalna vrijednost 1,21, što predstavlja izdvojen slučaj veće vrijednosti indeksa oblika ploda u odnosu na standardne sorte.

Za istraživano svojstvo duljine peteljke ploda, minimalna vrijednost kod standardnih sorti iznosila je 6,25 i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 49,45 mm, što predstavlja značajnu razliku u usporedbi s jedinstvenim tradicionalnim genotipovima kod kojih je utvrđena vrijednost duljine peteljke ploda od 1,28 mm, što je značajno manja vrijednost u odnosu na standardne sorte. Maksimum duljine peteljke ploda jedinstvenih tradicionalnih genotipova iznosio je 34,49 mm. Rezultati provedenih analiza ukazuju kako je kod standardnih sorti utvrđena statistički značajno veća duljina peteljke ploda u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove.

Minimalna vrijednost debljine peteljke standardnih sorti iznosila je 1,38 mm i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 5,05 mm, dok je kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena minimalna vrijednost debljine peteljke od 1,01 mm i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 6,24 mm, što je za oko 1,20 mm veća debljina peteljke ploda u usporedbi sa standardnim sortama. Dobiveni rezultati ukazuju kako pojedini istraživani jedinstveni tradicionalni genotipovi imaju statistički značajno veću debljinu peteljke ploda u odnosu na standardne sorte.

Usporedba pomoloških svojstava ploda unutar skupine standardnih sorti prikazana je u Tablici 10., a unutar skupine jedinstvenih tradicionalnih genotipova prikazana je u Tablici 11. Univarijatna analiza varijance istraživanih pomoloških svojstava između standardnih sorti jabuke ukazuje kako postoje statistički značajne razlike za kvantitativna pomološka svojstva

unutar istraživanih standardnih sorti. Statistički visoko signifikantna razlika za masu, visinu i širinu ploda, indeks oblika ploda te duljinu i debljinu peteljke ($p < 0.0001$) utvrđena je između standardnih sorti što se uočava u Tablici 10.

Kod standardnih sorti najveća prosječna vrijednost mase ploda utvrđena je kod sorte 'Jonagold' (221,14 g), koja se nije statistički značajno razlikovala u masi ploda od sorti čija je masa ploda iznosila više od 200 g ('Elstar', 'Golden Delicious', 'Idared' i 'Topaz') dok su one imale statistički značajno veću masu ploda u odnosu na sorte 'Braeburn', 'Fuji', 'Pinova', 'Red Delicious', 'Royal Gala' i 'Summerred'. Statistički značajno najmanja masa ploda utvrđena je kod sorte 'Royal Gala' (159,47 g) koja se nije značajno razlikovala u masi ploda od sorti 'Pinova' (163,90 g) i 'Braeburn' (176,64 g), ali su se značajno razlikovale u masi ploda od sorti 'Jonagold', 'Elstar', 'Golden Delicious', 'Idared' i 'Topaz' kod kojih je utvrđena veća masa ploda.

Najveća prosječna vrijednost visine ploda utvrđena je kod sorte 'Golden Delicious' (73,96 mm), koja se statistički značajno razlikovala u visini ploda od sorti 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Idared', 'Pinova', 'Royal Gala' i 'Topaz', ali se nije statistički značajno razlikovala od sorti kod kojih je utvrđena visina veća od 70 mm ('Red Delicious', 'Summerred' i 'Jonagold'). Statistički značajno najmanja prosječna vrijednost visine ploda utvrđena je kod sorte 'Topaz' (63,72 mm) koja se značajno razlikovala u visini ploda od sorti 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious' i 'Summerred', ali se nije značajno razlikovala od sorti 'Pinova' (63,83 mm), 'Elstar' (64,79 mm), 'Braeburn' (65,51 mm), 'Royal Gala' (66,17 mm) i 'Fuji' (66,73 mm).

Tablica 10. Pomološka svojstva istraživanih standardnih sorti jabuka

SORTA	Masa ploda (g)	Visina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Indeks oblika ploda	Duljina peteljke (mm)	Debljina peteljke (mm)
'Braeburn'	176,64±34,12 ed	65,51±5,62 cb	71,93±5,02 e	0,91±0,05 c	15,79±3,69 f	2,52±0,45 bac
'Elstar'	200,75±43,44 bac	64,79±6,07 cb	81,15±7,23 ba	0,80±0,03 e	22,50±6,29 cb	2,55±0,47 ba
'Fuji'	192,83±31,05 bdc	66,73±5,23 cb	76,06±4,35 dc	0,88±0,06 d	22,12±5,16 cbd	2,29±0,38 dc
'Golden Delicious'	206,40±47,38 bac	73,96±8,03 a	78,31±6,41 bc	0,95±0,06 ba	29,09±6,90 a	2,06±0,33 ed
'Idared'	209,61±35,90 ba	67,16±6,21 b	81,48±3,59 a	0,82±0,06 e	21,18±5,34 ced	2,56±0,55 ba
'Jonagold'	221,14±43,09 a	71,10±6,29 a	80,72±5,60 ba	0,88±0,04 d	24,29±7,25 cb	2,32±0,47 bdc
'Pinova'	163,90±29,94 e	63,83±4,52 c	74,28±4,09 de	0,86±0,04 d	32,03±5,65 a	1,97±0,22 e
'Red Delicious'	194,85±26,37 bdc	71,95±4,33 a	74,71±3,73 d	0,96±0,06 a	23,04±3,76 cb	2,34±0,38 bc
'Royal Gala'	159,47±18,89 e	66,17±4,88 cb	71,59±2,78 e	0,93±0,06 bc	25,13±5,72 b	2,69±0,48 a
'Summerred'	187,87±31,08 dc	71,23±5,43 a	75,60±4,23 dc	0,94±0,05 bac	18,36±5,37 fe	2,77±0,55 a
'Topaz'	202,76±30,40 bac	63,72±3,84 c	80,52±4,77 ba	0,79±0,05 e	19,03±4,52 fed	2,64±0,40 a
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

*Prikazane su prosječne vrijednosti sa standardnim devijacijama ($\pm$ SD). Sorte označene različitim slovima značajno se razlikuju u istraživanom svojstvu prema Tukey's HSD testu uz $P < 0,05$

'Idared' je sorta kod koje je utvrđena značajno najveća prosječna vrijednost širine ploda (81,48 mm). Grupi sorti sa najvećom širinom ploda uz 'Idared' pripadaju 'Elstar', 'Jonagold' i 'Topaz' i statistički se značajno razlikuju od sorti 'Braeburn', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Pinova', 'Red Delicious', 'Royal Gala' i 'Summerred'. Širina ploda kod sorte 'Idared' se nije statistički značajno razlikovala od sorti kod kojih je utvrđena širina ploda veća od 80 mm ('Elstar', 'Jonagold' i 'Topaz'). Statistički značajno najmanja prosječna vrijednost širine ploda utvrđena je kod sorte 'Royal Gala' (71,59 mm) koja se nije značajno razlikovala u širini ploda od sorti 'Braeburn' (71,93 mm) i 'Pinova' (74,28 mm) ali se značajno razlikovala u širini ploda u odnosu na sorte 'Elstar', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious', 'Summerred' i 'Topaz'.

Najveća prosječna vrijednost indeksa oblika ploda utvrđena je kod sorte 'Red Delicious' (0,96) koja je imala najizduženiji plod, a koja se nije statistički značajno razlikovala u vrijednosti indeksa oblika ploda od sorti 'Golden Delicious' (0,95) i 'Summerred' (0,94), ali se ova grupa sorti značajno razlikovala od sorti 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Idared', 'Jonagold', 'Pinova', 'Royal Gala' i 'Topaz'. Najmanja prosječna vrijednost indeksa oblika ploda utvrđena je kod sorte 'Topaz' (0,79) koja je imala plod spljoštenijeg oblika, a koja se nije značajno razlikovala u indeksu oblika ploda od sorti 'Elstar' (0,80) i 'Idared' (0,82), ali se ova grupa sorti značajno razlikuje od sorti 'Braeburn', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Jonagold', 'Pinova', 'Red Delicious', 'Royal Gala' i 'Summerred'.

'Pinova' je sorta kod koje je utvrđena najveća prosječna vrijednost duljine peteljke (32,03 mm) koja se značajno razlikovala od sorti 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious', 'Royal Gala', 'Summerred' i 'Topaz', a nije se statistički značajno razlikovala u duljini peteljke od sorte 'Golden Delicious' (29,09 mm). Najmanja prosječna vrijednost duljine peteljke utvrđena je kod sorte 'Braeburn' (15,79 mm) koja se značajno razlikovala u duljini peteljke od sorti 'Elstar', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Pinova', 'Red Delicious' i 'Royal Gala', a nije se statistički značajno razlikovala od sorti čija je duljina peteljke iznosila manje od 20 mm ('Summerred' i 'Topaz').

Najveća prosječna vrijednost debljine peteljke utvrđena je kod sorte 'Summerred' (2,77 mm), koja se nije statistički značajno razlikovala u debljini peteljke od sorti 'Royal Gala' (2,69 mm), 'Topaz' (2,64 mm), 'Idared' (2,56 mm), 'Elstar' (2,55 mm) i 'Braeburn' (2,52 mm), ali se ova grupa sorti statistički značajno razlikovala od sorti 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Jonagold', 'Pinova' i 'Red Delicious'. Najmanja prosječna vrijednost debljine peteljke utvrđena je kod sorte 'Pinova' (1,97 mm) koja se nije značajno razlikovala u debljini peteljke od sorte 'Golden Delicious' (2,06 mm), ali se sorta 'Pinova' za svojstvo debljine peteljke značajno razlikovala u

odnosu na preostale istraživane sorte koje su imale deblju peteljku ('Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious', 'Royal Gala', 'Summerred' i 'Topaz').

Univarijatna analiza varijance između jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke ukazuje također kako postoje statistički značajne razlike za kvantitativna pomološka svojstva unutar jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke. Utvrđena je visoko signifikantna razlika za masu, visinu i širinu ploda, indeks oblika ploda te duljinu i debljinu peteljke (Tablica 11.).

Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova najveća prosječna vrijednost mase ploda utvrđena je kod genotipa 'Križara' (219,69 g), koja se nije statistički značajno razlikovala u masi ploda od genotipova 'Bijela repica', 'Čebulka', 'Galetina', 'Krupnara', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Slačica', 'Slavonska srčika – Karolina' i 'Slavonska srčika – Podravina', dok se značajno razlikovala u odnosu na genotipove kod kojih je utvrđena manja masa ploda koja se kretala u rasponu od 58,54 do 191,77 g. Najmanja masa ploda utvrđena je kod genotipa 'Adamovka petrovka' (58,54 g), koja se nije značajno razlikovala u masi ploda od genotipova 'Adamčica', 'Cigančica', 'Dulibarka', 'Hrapava zvonasta', 'Hrapavka rana', 'Muškotelka', 'Rožnik' i 'Železnica', ali se značajno razlikovala u masi ploda od genotipova čija se masa ploda kretala u rasponu od 88,43 do 219,69 g.

Značajno najveća prosječna vrijednost visine ploda utvrđena je kod genotipa 'Slačica' (76,31 mm), koja se statistički značajno razlikovala u visini ploda od svih ostalih 47 istraživanih genotipova. Statistički značajno najmanja prosječna vrijednost visine ploda utvrđena je kod genotipa 'Dulibarka' (43,50 mm) koja se statistički značajno razlikovalo u visini ploda od genotipova čija se visina ploda kretala od 48,79 mm do 76,31 mm, a nije se statistički značajno razlikovao u visini ploda od genotipova 'Adamčica', 'Adamovka petrovka', 'Cigančica', 'Hrapavka rana', 'Muškotelka' i 'Rožnik'. Kod genotipa 'Orahovačka' utvrđena je najveća vrijednost širine ploda (83,52 mm) koji se statistički značajno razlikovao u vrijednosti širine ploda genotipova čija se prosječna vrijednost širine ploda kretala u rasponu od 52,24 do 76,93 mm.

Tablica 11. Pomološka svojstva istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

JEDINSTVENI GENOTIP	Masa ploda (g)	Visina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Indeks oblika ploda	Duljina peteljke (mm)	Debljina peteljke (mm)
'Adamčica'	83,69±11,08 onp	43,62±3,04 m	60,76±3,22 lkm	0,72±0,04 m	20,18±3,12 a	2,32±0,39 gih
'Adamovka petrovka'	58,54±20,29 p	46,82±7,58 lm	53,02± 5,99 n	0,88±0,07 fgh	8,09±2,53 hji	2,23±0,43 i
'Bihorka'	175,66±37,45 fdec	69,45±6,47 b	75,71±6,03 edgf	0,92±0,05 fde	9,47±3,51 hgi	2,87±0,43 ed
'Bijela repica'	199,41±20,30 bac	62,56±3,40 fedg	81,13±3,20 bac	0,77±0,03 klm	10,21±1,61 hfegi	2,58±0,42 egifh
'Blatnjača'	134,38 ±27,11 gkjih	59,21±5,17 fhg	68,84±5,72 ihj	0,86±0,06 fghi	12,36±2,59 fdeg	2,66±0,45 egfh
'Carevka'	160,26 ±21,04 gfeih	60,65±4,39 fg	72,44±3,30 ihg	0,84±0,05 jhi	13,50±3,06 dec	2,55±0,44 egifh
'Cigančica'	61,35±8,16 p	46,50±4,36 lm	52,24±2,82 n	0,89±0,06 fge	15,98±3,19 bac	1,44±0,31 j
'Crvena ribnjača'	191,77±24,06 bdc	66,11±3,21 fcebd	82,60±3,85 a	0,80±0,04 kj	11,96±2,79 fdeg	2,50±0,49 egifh
'Čebulka'	192,71±41,01 bdac	66,35±7,17 fcebd	80,26±7,31 bdac	0,83±0,04 kjhi	14,69±2,25 bdc	2,48±0,41 egifh
'Čelenika ljetna'	97,60±14,20 mn	48,79±3,25 lk	65,12±3,25 k	0,75±0,04 lm	10,95±4,02 hfegi	2,49±0,44 egifh
'Dogaja'	122,87±20,65 kmjl	62,74±4,64 fedg	67,01±4,46 kj	0,94±0,06 bdec	13,17±3,79 fdec	2,53±0,53 egifh
'Dugata'	156,15±23,69 gfih	68,37±4,09 cbd	69,96±4,70 ij	0,98±0,05 ba	14,68±4,64 dc	2,78±0,62 egfh
'Dulibarka'	75,77±14,90 onp	43,50±2,67 m	58,60±4,08 lm	0,75±0,04 lm	6,69±2,27 kji	2,98±0,50 edc
'Duplokorka'	183,26±41,61 dec	68,68±4,60 cbd	76,93±7,28 ebdgcf	0,90±0,05 fgde	11,34±2,13 hfdeg	2,32±0,40 gifh
'Ferdekelca'	174,03±22,05 gfdec	64,04±4,39 fcedg	78,12±3,93 ebdacf	0,82±0,05 kji	9,58±2,44 hfgi	3,46±0,62 bdac
'Galetina'	211,75±24,93 ba	71,44±4,68 b	79,64±3,78 bdac	0,90±0,05 fde	16,19±4,37 bac	2,53±0,37 egifh
'Golubica'	171,81±26,24 gfdech	68,22±4,48 cebd	75,50±4,32 edhgf	0,91±0,05 fde	15,16±3,24 bdc	2,38±0,51 egifh
'Grinštantin'	166,05±21,57 gfdeich	58,35±4,22 ihjg	77,59±3,92 ebdagcf	0,75±0,03 klm	15,79±4,40 bdac	3,22±0,49 ebdac
'Hrapava zvonasta'	82,51±17,83 onp	52,84±4,97 kj	56,17±4,28 nm	0,94±0,05 bdc	19,96±5,51 a	2,27±0,32 i
'Hrapavka rana'	66,17±8,62 op	46,62±2,45 lm	55,39±2,26 nm	0,85±0,03 gjhi	14,77±3,18 bdc	3,84±0,44 egifh
'Ivanlija'	127,55±25,13 kmjl	60,42±4,11 fhg	65,64±3,79 kj	0,92±0,03 fdec	4,98±0,65 kj	2,64±0,31 egifh
'Jaje'	107,20±19,00 kmnl	58,41±4,43 ihg	63,51±4,58 lk	0,92±0,06 fbdec	11,02±4,39 hfdegi	2,87±0,80 edf
'Jesenska žuta'	162,34±32,26 gfdeih	59,01±3,77 ihg	74,58±4,73 ehgf	0,79±0,03 kjl	12,55±3,77 fde	3,25±0,58 edc
'Klopčenka'	188,89±53,87 dc	61,67±6,46 fg	79,48±6,89 bdac	0,78±0,07 klm	7,72±2,36 hji	3,50±0,52 ba
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

JEDINSTVENI GENOTIP	Masa ploda (g)	Visina ploda (mm)	Širina ploda (mm)	Indeks oblika ploda	Duljina peteljke (mm)	Debljina peteljke (mm)
'Kristalka'	178,76±29,67 dec	63,66±4,34 fedg	78,09±5,70 ebdacf	0,82±0,05 kj	4,84±1,84 k	2,63±0,43 egifh
'Križara'	219,69±46,87 a	71,49±5,45 b	80,00±6,46 bdac	0,90±0,05 fde	17,28±4,01 ba	3,00±0,45 ed
'Krupnara'	203,48±52,15 bac	62,38±6,75 feg	82,42±6,53 ba	0,76±0,04 klm	11,65±3,25 hfdeg	3,73±0,79 a
'Ljetni mošancelj'	88,43± 0,93 omn	54,70±5,90 ihj	60,35±4,49 lk	0,91±0,06 fde	14,75±3,53 dec	2,60±0,60 egf
'Majdofija'	168,36±27,29 gfdec	60,44±4,50 fhg	74,28±4,89 edgf	0,83±0,04 kj	8,01±1,69 hji	3,63±0,39 a
'Meglena'	124,77±27,48 kmjl	60,58±4,74 fg	64,63±4,66 k	0,94±0,06 bdec	17,60±3,99 ba	2,27±0,41 ih
'Muškotelka'	76,91±11,08 onp	46,55±2,55 lm	58,49±3,03 lm	0,80±0,03 kjl	8,94±2,76 hjgi	2,50±0,26 egifh
'Orahovačka'	211,56±35,48 ba	69,27±4,82 b	83,52±5,31 a	0,83±0,05 jhi	14,89±3,18 bdc	2,58±0,56 egifh
'Prijedorska zelenika'	196,17±34,61 bac	69,27±4,39 b	76,54±5,28 ebdgcf	0,91±0,05 fde	15,95±3,59 bac	3,52±0,48 bac
'Prinčevka'	139,87±21,79 gkjih	69,11±4,24 cb	71,25±4,89 ihgj	0,97±0,06 bac	9,59±2,12 hfgi	3,16±0,35 ebdac
'Rajska'	176,87±39,53 fdec	62,99±5,27 fedg	76,60±6,53 edgcf	0,82±0,05 kji	20,63±6,47 a	2,18±0,45 i
'Rožmarinka'	128,06±16,99 kmjilh	64,97±3,96 fcebdg	67,23±2,85 ikj	0,97±0,05 bdac	6,74±1,36 hkji	2,36±0,34 egifh
'Rožnik'	85,06±9,89 omnp	47,83±2,28 lkm	61,03±3,43 lkm	0,79±0,05 kjlm	5,81±2,88 kji	3,14±0,80 ebdac
'Ružmarinka'	150,86±39,62 gfjih	58,81±6,08 ihg	74,06±5,98 eihgf	0,79±0,04 kjl	17,84±5,97 ba	3,10±0,72 ebdc
'Senabija'	148,66±17,57 gjih	56,91±3,87 hg	74,91±3,25 edhgf	0,76±0,05 kj	10,21±1,68 hfegi	2,54±0,40 egifh
'Slačica'	199,42±32,19 bac	76,31±6,99 a	78,52±4,21 ebdac	0,97±0,06 bac	8,18±2,09 hji	2,80±0,31 ef
'Slav. srčika-Karolina'	191,65±41,91 bac	66,23±7,48 cebd	78,71±6,14 bdac	0,84±0,06 gjhi	12,38±2,80 fdeg	2,91±0,71 ed
'Slav. srčika-Podravina'	205,27±30,30 bac	63,31±4,24 feg	82,15±4,12 ba	0,77±0,03 klm	9,42±1,54 hgi	3,56±0,32 ba
'Slična Božićnici'	172,80±22,35 gfdec	60,98±3,76 fg	76,13±6,83 edgcf	0,81±0,10 kj	9,13±1,81 hgi	3,55±0,49 ba
'Šiljika'	151,12±15,04 gfih	62,62±3,40 fedg	71,86±3,13 ihg	0,87±0,06 fghi	10,48±2,68 hfegi	2,57±0,40 egifh
'Špička'	121,19±40,19 kjilh	65,52±7,63 cebd	64,48±6,84 kj	1,02±0,07 a	16,28±4,85 bac	2,59±0,58 egifh
'Tvrđika'	103,10±26,20 mnl	51,70±4,80 kj	66,13±6,27 kj	0,78±0,04 klm	13,24±4,18 dec	2,49±0,44 egifh
'Železnica'	79,76±9,98 onp	54,07±2,82 ikj	57,69±2,89 lnm	0,94±0,06 bdec	11,75±3,36 hfdeg	2,42±0,44 egifh
'Žuta zimska'	149,01±23,88 gjih	58,32±4,00 ihjg	73,90±3,33 ihgf	0,79±0,03 kjl	7,15±1,98 hkji	3,04±0,47 edc
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

*Prikazane su prosječne vrijednosti sa standardnim devijacijama (± SD). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima

označavaju da se genotipovi značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Tukey's HSD testu uz P<0,05

Genotip 'Orahovačka' se nije značajno razlikovao od genotipova 'Bijela repica', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Ferdekela', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Kristalka', 'Križara', 'Krupnara', 'Slačica', 'Slavonska srčika – Karolina' i 'Slavonska srčika – Podravina'. Kod genotipa 'Cigančica' utvrđena je najmanja prosječna vrijednost širine ploda (52,24 mm), koja se nije značajno razlikovala u širini ploda od genotipova 'Adamovka petrovka', 'Hrapavka rana', 'Hrapava zvonasta' i 'Želežnica', dok je kod genotipa 'Cigančica' utvrđena statistički značajno manja širina ploda od genotipova čija se širina ploda kretala u rasponu od 58,49 do 83,52 mm.

Najveća prosječna vrijednost indeksa oblika ploda utvrđena je kod genotipa 'Špička' (1,02) koji je imao i izgledom najizduženiji plod (što sugerira i sam naziv genotipa), a nije se statistički značajno razlikovao u indeksu oblika ploda od genotipova 'Dugata', 'Prinčevka', 'Rožmarinka' i 'Slačica', ali se značajno razlikovao od genotipova čija se vrijednost indeksa oblika ploda kretala u rasponu od 0,72 do 0,94. Kod genotipa 'Adamčica' utvrđena je najmanja prosječna vrijednost indeksa oblika ploda (0,72) koja je prema izgledu i imala najplosnatiji plod i statistički se značajno razlikovao u odnosu na genotipove čija se vrijednost indeksa oblika ploda kretala u rasponu od 0,79 do 1,02. Genotip 'Adamčica' se nije značajno razlikovao u indeksu oblika ploda od genotipova 'Bijela repica', 'Čelenika ljetna', 'Dulibarka', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Krupnara', 'Rožnik', 'Slavonska srčika – Podravina' i 'Tvrđika'.

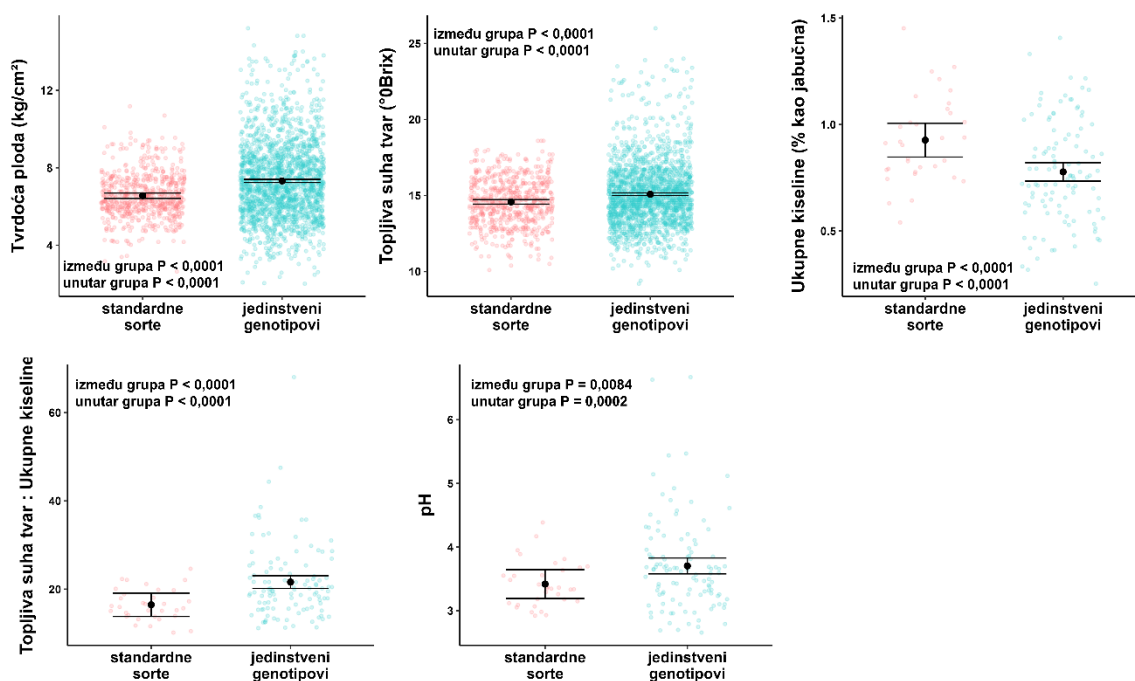
Kod genotipova 'Rajska' (20,63 mm), 'Adamčica' (20,18 mm) i 'Hrapava zvonasta' (19,96 mm) utvrđene su najveće prosječne vrijednosti duljine peteljke, koji se međusobno nisu razlikovali u duljini peteljke, ali su se statistički značajno razlikovale od genotipova čija se duljina peteljke kretala u rasponu od 4,84 mm do 15,16 mm, dok se nisu statistički značajno razlikovale od genotipova 'Cigančica', 'Galetina', 'Grinštantin', 'Križara', 'Meglena', 'Prijedorska zelenika', 'Ružmarinka' i 'Špička'. Najmanja vrijednost duljine peteljke utvrđena je kod genotipa 'Kristalka' (4,84 mm), koja se nije značajno razlikovala u duljini peteljke od genotipova 'Dulibarka', 'Ivanlija', 'Rožmarinka', 'Rožnik' i 'Žuta zimsko', ali se značajno razlikovala u prosječnoj vrijednosti duljine peteljke od genotipova čija se vrijednost duljina peteljke kretala u rasponu od 7,72 mm do 20,63 mm.

'Krupnara' (3,73 mm) i 'Majdofija' (3,63 mm) su genotipovi kod kojih je utvrđena najveća prosječna debljina peteljke i značajno se razlikuju od genotipova čije se debljina peteljke kretala u rasponu od 1,44 do 3,25 mm, dok se nisu značajno razlikovale u odnosu na genotipove 'Ferdekela', 'Grinštantin', 'Klopčenka', 'Prijedorska zelenika', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Slavonska srčika – Podravina' i 'Slična Božićnici'. Kod genotipa 'Cigančica' utvrđena je značajno najmanja prosječna vrijednost debljine peteljke (1,44 mm), koja se značajno razlikovala u debljini peteljke u odnosu na svih ostalih 47 jedinstvenih tradicionalnih genotipova.

Fizikalno-kemijska svojstva ploda

Ugniježđenom analizom varijance utvrđeno je kako postoje statistički značajne razlike za sva kvantitativna fizikalno-kemijska svojstva između grupa (standardne sorte i jedinstveni tradicionalni genotipovi jabuke) i pojedinačnih sorti / genotipova unutar svake grupe. Utvrđene su visoko signifikantne razlike između grupa u tvrdoći ploda, topljivoj suhoj tvari, ukupnim kiselinama i omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. Umjereno signifikantna razlika između grupa utvrđena je za pH vrijednost (Slika 13.).

Kod standardnih sorti, utvrđena minimalna vrijednost tvrdoće ploda iznosila je 2,64 kg/cm² i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 11,18 kg/cm², što je značajno manja tvrdoća ploda u odnosu na istraživane jedinstvene tradicionalne genotipove kod kojih je utvrđena maksimalna vrijednost od 15,21 kg/cm². Analizom dobivenih podataka utvrđeno je da jedinstveni tradicionalni genotipovi imaju statistički značajno veću tvrdoću ploda u odnosu na standardne sorte.



Slika 13. Usporedba prosječnih vrijednosti fizikalno–kemijskih svojstava između standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

Crnom točkom označen je prosjek grupe, linijama interval pouzdanosti, a u pozadini su prikazane vrijednosti svih uzoraka

Minimalna vrijednost topljive suhe tvari standardnih sorti iznosila je 10,10 °Brix i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 18,60 °Brix, dok je kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova minimalna vrijednost topljive suhe tvari iznosila je 9,20 °Brix i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 26,00 °Brix. Dobiveni rezultati ukazuju kako većina jedinstvenih tradicionalnih genotipova ima statistički značajno veću vrijednost topljive suhe tvari ploda u odnosu na standardne sorte.

Za istraživano svojstvo ukupnih kiselina minimalna vrijednost za standardne sorte iznosila je 0,54 % i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 1,45 %. Minimalna vrijednost ukupnih kiselina jedinstvenih tradicionalnih genotipova iznosila je 0,25 % i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 1,41 %. Utvrđeno je da standardne sorte imaju veći sadržaj ukupnih kiselina u plodu u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove.

Kod standardnih sorti minimalni omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina iznosio je 10,16 i kretao se u rasponu do maksimalne vrijednosti 24,62, što je značajno manji omjer u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove, dok je kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova minimalni omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina iznosio 11,16 i kretao se u rasponu do maksimalne vrijednosti 68,06. Analizom dobivenih podataka utvrđeno je da jedinstveni tradicionalni genotipovi imaju veći omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina ploda u odnosu na standardne sorte.

Minimalna pH vrijednost kod standardnih sorti iznosila je 2,92 i kretala se u rasponu do maksimalne vrijednosti 4,39, dok je kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena minimalna pH vrijednost 2,59, dok je maksimalna pH vrijednost iznosila 6,67. Dobiveni rezultati ukazuju kako jedinstveni tradicionalni genotipovi imaju veću pH vrijednost u odnosu na standardne sorte.

Univarijatnom analizom varijance između standardnih sorti jabuke utvrđeno je kako postoje statistički značajne razlike za samo dio istraživanih kvantitativnih fizikalno-kemijskih svojstava i to visoko signifikantna razlika za tvrdoću ploda i topljivu suhu tvar i nisko signifikantna razlika za ukupne kiseline, dok za omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina te za pH vrijednost nije utvrđena signifikantna razlika unutar istraživanih standardnih sorti jabuke (Tablica 12.).

Tablica 12. Fizikalno-kemijska svojstva istraživanih standardnih sorti jabuke.

SORTA	Tvrdoća ploda (kg/cm²)	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (%)	Topljiva suha tvar: Ukupne kiseline	pH
'Braeburn'	8,71±0,79 a	15,12±1,44 bac	0,92±0,14 ba	16,74±2,97	3,24±0,13
'Elstar'	5,58±0,65 g	15,18±1,66 bac	1,01±0,10 ba	15,14±1,04	3,29±0,29
'Fuji'	7,18±0,63 b	15,70±1,18 a	0,76±0,03 b	20,68±1,23	3,50±0,17
'Golden Delicious'	5,99±0,91 fg	14,31±0,82 ed	0,93±0,11 ba	15,45±1,66	3,39±0,35
'Idared'	6,15±0,48 fe	14,47±1,13 edc	0,91±0,06 ba	16,02±1,63	3,33±0,19
'Jonagold'	6,83±0,54 cbd	14,84±1,06 bdc	0,87±0,10 ba	17,17±2,23	3,46±0,45
'Pinova'	5,96±0,37 fg	15,18±1,59 bac	0,92±0,15 ba	16,96±3,80	3,33±0,49
'Red Delicious'	6,95±0,60 cb	13,24±1,43 gf	0,65±0,13 b	20,85±4,64	3,95±0,39
'Royal Gala'	6,50±0,73 ed	13,10±0,79 g	0,74±0,29 ba	17,90±3,63	3,74±0,41
'Summerred'	5,67±1,05 g	13,97±1,49 ef	1,22±0,32 ba	11,27±6,00	3,09±0,28
'Topaz'	6,64±1,21 cd	15,31±1,20 ba	1,27±0,16 a	12,16±1,74	3,30±0,23
Pr > F	<0,0001	<0,0001	0,0307	0,0958	0,1642

*Prikazane su prosječne vrijednosti sa standardnim devijacijama (± SD). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se sorte značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Tukey's HSD testu uz P<0,05

Kod standardnih sorti značajno najveća prosječna vrijednost tvrdoće ploda utvrđena je kod sorte 'Braeburn' (8,71 kg/cm²). Statistički značajno najmanja tvrdoća ploda utvrđena je kod sorti 'Elstar' (5,58 kg/cm²) i 'Summerred' (5,67 kg/cm²), kod kojih su potvrđene značajne razlike u tvrdoći ploda u odnosu na sorte 'Braeburn', 'Fuji', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious', 'Royal Gala' i 'Topaz', a nisu utvrđene statistički značajne razlike u tvrdoći ploda u odnosu na sorte čija je tvrdoća ploda iznosila manje od 6 kg/cm² ('Pinova' i 'Golden Delicious').

Najveća prosječna vrijednost topljive suhe tvari utvrđena je kod sorte 'Fuji' (15,70 °Brix), koja se nije statistički značajno razlikovala u sadržaju topljive suhe tvari od sorti čiji je sadržaj topljive suhe tvari bio veći od 15 °Brix ('Braeburn', 'Elstar', 'Pinova' i 'Topaz',), ali su utvrđene značajne razlike u odnosu na sorte 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Red Delicious', 'Royal Gala', i 'Summerred' kod kojih su utvrđene niže vrijednosti topljive suhe tvari. Kod sorte 'Royal Gala' utvrđen je najmanji sadržaj topljive suhe tvari (13,10 °Brix), koji se značajno razlikovao u odnosu na sorte 'Braeburn', 'Elstar', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Pinova', 'Summerred' i 'Topaz', a nije se značajno razlikovao samo u odnosu na sortu 'Red Delicious' (13,24 °Brix).

Najveća prosječna vrijednost ukupnih kiselina utvrđena je kod sorte 'Topaz' (1,27 %), koja se statistički značajno razlikovala jedino u odnosu na sorte 'Red Delicious' (0,65 % i 'Fuji' (0,76 %) kod kojih je ujedno utvrđena i najmanja vrijednost ukupnih kiselina, dok se nije statistički značajno razlikovala od preostalih istraživanih sorti ('Braeburn', 'Elstar', 'Golden Delicious', 'Idared', 'Jonagold', 'Pinova', 'Royal Gala' i 'Summerred').

'Red Delicious' je sorta kod koje je utvrđena najveća prosječna vrijednost omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (20,85) i najveća prosječna pH vrijednost (3,95), dok su najmanji omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (11,27) i najmanja pH vrijednost (3,09) utvrđeni kod sorte 'Summerred'. Iako su razlike između prosječnih vrijednosti vidljive, istraživane standardne sorte nisu se statistički značajno razlikovale u svojstvu omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina kao ni pH vrijednosti.

Analizom varijance između jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke utvrđeno je kako postoje statistički značajne razlike za kvantitativna fizikalno-kemijska svojstva unutar jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke (Tablica 13.). Utvrđena je visoko signifikantna razlika za tvrdoću ploda, topljivu suhu tvar, ukupne kiseline i omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina, dok je za pH vrijednost utvrđena umjereno signifikantna razlika.

Tablica 13. Fizikalno-kemijska svojstva istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

JEDINSTVENI GENOTIP	Tvrdoća ploda (kg/cm ²)	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (%)	Topljiva suha tvar: Ukupne kiseline	pH
'Adamčica'	12,10±1,43 a	14,57±1,57 gih	0,72±0,06 bac	20,15±1,62 bc	3,89±0,68 bdac
'Adamovka petrovka'	7,43±1,13 hfge	14,26±1,73 gihj	0,50±0,04 bac	28,50±0,11 bac	3,88±0,62 bdac
'Bihorka'	6,09±0,85 iljk	14,96±0,88 gfhe	0,93±0,14 bac	16,40±2,81 c	3,53±0,37 bdac
'Bijela repica'	7,45±0,71 hfge	14,88±0,98 gifhe	0,76±0,00 bac	19,58±0,00 bc	3,23±0,00 bdac
'Blatnjača'	6,64±1,26 ihfgj	15,75±1,66 gfe	1,09±0,08 ba	14,63±3,06 c	3,28±0,32 bdac
'Carevka'	9,03±0,91 dc	19,26±1,59 b	1,04±0,13 ba	18,68±2,63 bc	3,40±0,28 bdac
'Cigančica'	7,40±0,76 hfge	16,74±1,18 dc	0,36±0,15 c	51,91±22,84 a	5,28±0,23 ba
'Crvena ribnjača'	4,95±0,81 l	15,11±0,69 gfe	0,39±0,10 bc	40,08±10,53 ba	5,78±1,21 a
'Čebulka'	7,14±1,07 ihfg	13,98±0,97 gikhj	0,43±0,00 bac	32,50±0,00 bac	4,74±0,00 bdac
'Čelenika ljetna'	5,26±1,83 lk	13,37±0,64 ikj	0,74±0,18 bac	18,97±5,97 bc	3,40±0,38 bdac
'Dogaja'	6,70±1,31 ihfgj	13,85±1,12 gikhj	0,73±0,24 bac	20,07±6,68 bc	4,52±0,45 bdac
'Dugata'	5,96±1,10 iljk	14,19±1,17 gikhj	1,00±0,28 bac	15,28±5,58 c	3,12±0,52 bdac
'Dulibarka'	6,85±1,46 ihljk	16,28±1,35 dce	0,78±0,06 bac	20,90±1,02 bc	3,52±0,19 bdac
'Duplokorka'	6,62±1,20 ihgjk	12,32±1,66 k	0,75±0,05 bac	18,41±1,16 bc	4,23±1,76 bdac
'Ferdekelca'	6,71±1,60 ihfgj	15,63±1,46 gdfe	0,85±0,38 bac	20,18±7,97 bc	3,58±0,16 bdac
'Galetina'	6,53±0,65 ihgjk	14,44±1,34 gihj	0,74±0,04 bac	19,55±0,76 bc	3,37±0,52 bdac
'Golubica'	6,08±0,65 iljk	14,26±0,71 gihj	0,79±0,04 bac	16,68±0,90 bc	3,39±0,60 bdac
'Grinštantin'	6,41±0,30 ihlgjk	14,11±1,19 gikhj	0,83±0,00 bac	17,00±0,00 bc	3,66±0,00 bdac
'Hrapava zvonasta'	10,98±1,47 b	20,33±2,43 a	1,00±0,41 bac	22,14±6,61 bc	3,57±0,52 bdac
'Hrapavka rana'	8,10±1,32 dfge	16,24±0,96 dfce	0,75±0,21 bac	22,63±6,04 bc	5,17±2,12 bac
'Ivanlija'	7,34±0,73 ihfge	13,27±1,01 ikj	0,68±0,00 bac	19,51±0,00 bc	3,63±0,00 bdac
'Jaje'	5,45±0,42 ljk	14,97±0,79 gfhe	0,57±0,12 bac	27,20±6,59 bac	4,35±0,52 bdac
'Jesenska žuta'	9,01±1,02 dc	15,03±1,00 gfe	0,82±0,29 bac	20,16±7,74 bc	3,47±0,57 bdac
'Klopčenka'	8,00±1,19 fge	17,07±1,04 c	0,77±0,10 bac	22,42±2,88 bc	3,59±0,16 bdac
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0019

JEDINSTVENI GENOTIP	Tvrdoća ploda (kg/cm ²)	Topljiva suha tvar (°Brix)	Ukupne kiseline (%)	Topljiva suha tvar: Ukupne kiseline	pH
'Kristalka'	5,44±0,89 lk	13,75±1,26 gikhj	1,13±0,09 a	12,26±0,97 c	2,93±0,36 dc
'Križara'	8,51±1,56 dfce	15,36±1,23 gfe	0,63±0,13 bac	25,07±5,28 bac	3,89±0,23 bdac
'Krupnara'	8,03±0,66 dfge	14,53±1,68 gih	0,93±0,19 bac	16,11±3,95 c	3,49±0,33 bdac
'Ljetni mošancelj'	6,02±1,64 ihgjk	14,99±1,58 gih	0,64±0,02 bac	23,65±2,44 bc	3,66±0,25 bdac
'Majdofija'	7,99±1,32 fge	14,93±0,86 gfhe	0,97±0,02 bac	15,44±0,38 c	3,25±0,45 bdac
'Meglena'	5,89±0,85 ljk	13,20±1,23 kj	0,72±0,03 bac	18,27±1,18 bc	3,50±0,17 bdac
'Muškotelka'	3,35±0,80 m	14,47±0,75 gihj	0,59±0,00 bac	24,52±0,00 bac	4,14±0,00 bdac
'Orahovačka'	6,49±0,84 ihgjk	15,94±1,23 dfce	0,91±0,03 bac	17,53±0,61 bc	3,45±0,22 bdac
'Prijedorska zelenika'	11,09±1,26 b	15,70±0,86 gdfe	0,76±0,14 bac	20,98±3,52 bc	3,49±0,23 bdac
'Prinčevka'	7,51±1,63 hfge	16,80±1,08 dc	0,47±0,00 bac	35,73±0,00 bac	4,37±0,00 bdac
'Rajska'	5,60±1,04 ljk	15,72±1,72 gdfe	0,82±0,03 bac	19,19±1,28 bc	3,80±0,06 bdac
'Rožmarinka'	8,62±0,68 dfce	13,64±0,90 gikhj	0,72±0,00 bac	18,94±0,00 bc	3,10±0,00 bdac
'Rožnik'	6,69±0,90 ihfgjk	15,83±2,58 gdfe	0,41±0,00 bac	38,61±0,00 bac	4,52±0,00 bdac
'Ružmarinka'	7,94±1,15 fge	13,56±1,54 ikhj	1,02±0,15 bac	13,54±2,10 c	3,12±0,05 bdac
'Senabija'	6,47±1,09 ihgjk	12,32±0,90 k	0,48±0,21 bac	28,48±11,76 bac	3,92±0,83 bdac
'Slačica'	6,15±0,62 iljk	14,77±1,46 gih	0,51±0,06 bac	28,98±3,13 bac	4,38±0,88 bdac
'Slavonska srčika-Karolina'	7,14±0,88 ihfg	15,09±1,14 gfe	0,75±0,34 bac	23,69±11,84 bc	3,51±0,55 bdac
'Slavonska srčika-Podravina'	7,71±0,88 fge	15,54±0,86 gdfe	1,23±0,15 a	12,79±1,62 c	2,98±0,18 bdc
'Slična Božićnici'	8,07±1,17 dfge	14,19±0,88 gihj	1,05±0,03 ba	13,52±0,44 c	2,86±0,33 d
'Šiljika'	9,26±0,94 c	14,97±1,47 gfhe	0,65±0,04 bac	22,94±0,96 bc	3,63±0,71 bdac
'Špička'	6,93±0,95 ihfg	15,14±0,99 gdfe	0,68±0,12 bac	22,93±5,64 bc	4,13±0,37 bdac
'Tvrđika'	6,79±1,19 ihfg	13,70±1,06 gikhj	0,71±0,34 bac	23,07±12,04 bc	3,96±0,68 bdac
'Železnica'	8,76±1,73 dce	17,51±1,85 c	0,49±0,09 bac	37,09±10,29 bac	3,73±0,64 bdac
'Žuta zimsko'	7,61±1,08 fge	14,85±1,26 gifh	0,70±0,02 bac	21,39±1,68 bc	4,00±0,37 bdac
Pr > F	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0019

*Prikazane su prosječne vrijednosti sa standardnim devijacijama (± SD). Različita slova pridodana prosječnim vrijednostima označavaju da se genotipovi značajno razlikuju u istraživanom svojstvu prema Tukey's HSD testu uz P<0,05

Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova značajno najveća prosječna vrijednost tvrdoće ploda utvrđena je kod genotipa 'Adamčica' (12,10 kg/cm²), koji se statistički značajno razlikovao u tvrdoći ploda od svih ostalih 47 istraživanih genotipova. Statistički značajno najmanja prosječna vrijednost tvrdoće ploda utvrđena je kod genotipa 'Muškotelka' (3,35 kg/cm²), koja se statistički značajno razlikovala u tvrdoći ploda od svih ostalih 47 genotipova. Prosječne vrijednosti tvrdoće ploda ostalih 45 genotipova kretale su se u rasponu od 5,26 kg/cm² ('Čelenika ljetna') do 11,09 kg/cm² ('Prijedorska zelenika').

Značajno najveća prosječna vrijednost topljive suhe tvari utvrđena je kod genotipa 'Hrapava zvonasta' (20,33 °Brix), koji se statistički značajno razlikovao u sadržaju topljive suhe tvari od svih ostalih 47 genotipova. Kod genotipova 'Duplokorka' i 'Senabija' utvrđen je najmanji sadržaj topljive suhe tvari (12,32 °Brix), a približne vrijednosti su utvrđene kod genotipova 'Čebulka', 'Čelenika ljetna', 'Dogaja', 'Dugata', 'Grinštantin', 'Ivanlija', 'Kristalka', 'Meglena', 'Rožmarinka', 'Ružmarinka' i 'Tvrđika' dok se značajno razlikovao od ostalih genotipova čiji se sadržaj topljive suhe tvari kretao u rasponu od 14,26 do 20,33 °Brix-a.

'Slavonska srčika - Podravina' je genotip kod kojeg je utvrđena najveća prosječna vrijednost ukupnih kiselina (1,23 %), koja se statistički značajno razlikovala u vrijednosti ukupnih kiselina jedino od genotipova 'Cigančica' i 'Crvena ribnjača', dok se od preostalih 45 genotipova nije statistički značajno razlikovala. Najmanja prosječna vrijednost ukupnih kiselina utvrđena je kod genotipa 'Cigančica' (0,36 %) koja se statistički značajno razlikovala od genotipova 'Blatnjača', 'Carevka', 'Kristalka' i 'Slavonska srčika – Podravina', dok se od preostalih genotipova nije značajno statistički razlikovala u vrijednosti ukupnih kiselina.

Najveća prosječna vrijednost omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina utvrđena je kod genotipa 'Cigančica' (51,91), koji se nije statistički značajno razlikovao u omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina od genotipova 'Adamovka petrovka', 'Crvena ribnjača', 'Čebulka', 'Jaje', 'Križara', 'Muškotelka', 'Prinčevka', 'Rožnik', 'Senabija', 'Slačica' i 'Železnica', dok se od svih ostalih 36 genotipova statistički značajno razlikovao u omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina. 'Kristalka' je genotip kod kojega je utvrđen najmanji omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (12,26), koji se statistički značajno razlikovao jedino od genotipova 'Cigančica' i 'Crvena ribnjača', dok se nije značajnije razlikovao u omjeru topljive suhe tvari i ukupnih kiselina od preostalih 45 genotipova.

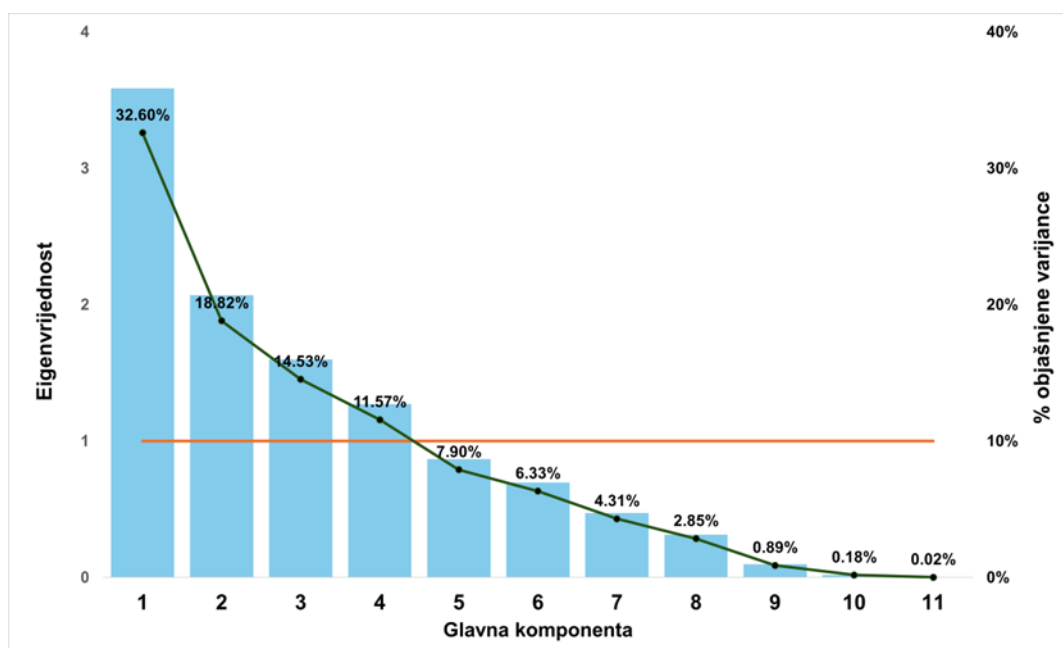
Kod genotipa 'Crvena ribnjača' utvrđena je najveća prosječna pH vrijednost (5,78), koja se statistički značajno razlikovala u pH vrijednosti od genotipova 'Kristalka', 'Slavonska srčika – Podravina' i 'Slična Božićnici', ali se nije značajno razlikovala od preostala 44 genotipa. Najmanja pH vrijednost utvrđena je kod genotipa 'Slična Božićnici' (2,86) koji se statistički

značajno razlikovao od genotipova 'Cigančica' i 'Crvena ribnjača', dok se od preostalih 45 genotipova nije značajno razlikovao u pH vrijednosti.

4.2.3.2. Analiza glavnih komponenti (PCA)

Analiza glavnih komponenti 11 istraživanih svojstava provedena je kako bi se istražili odnosi između 11 standardnih sorti i 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke. Temeljem rezultata analize konstruiran je biplot.

U PCA prve četiri glavne komponente imale su eigenvrijednost veću od 1. Prva glavna komponenta (PC1) objašnjava 32,60 % ukupne varijance, dok je druga glavna komponenta (PC2) objasnila 18,82 %. Treća glavna komponenta (PC3) objašnjava 14,53 %, a četvrta (PC4) 11,57 % ukupne varijance. Ostale glavne komponente (PC5 do PC11) objašnjavale su svaka pojedinačno ispod 10 % ukupne varijance (Slika 14.). Dvije prve glavne komponente činile su 51,42 % ukupne varijance.



Slika 14. Eigenvrijednosti jedanaest glavnih komponenti (PC) na temelju 11 pomoloških i fizikalno – kemijskih svojstava utvrđenih na istraživanih 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke i 11 standardnih sorti

Zbog opsežnosti podataka prikazan je biplot na temelju samo prve dvije glavne komponente. U biplotu su kao vektori prikazana pojedina svojstva, a njihov smjer ukazuje na povećanje vrijednosti genotipova za pojedino svojstvo koji se nalaze u tom smjeru. Duljina

vektora odražava njihovu ukupnu varijabilnost utvrđenu analizom glavnih komponenti što znači da veća duljina vektora pokazuje veći stupanj varijabilnosti. Blizina vektora i glavne komponente odražava njihov stupanj međusobne korelacije, a to znači da što su vektori svojstava bliži, pojedinoj osi (glavnoj komponenti), u većoj su korelaciji.

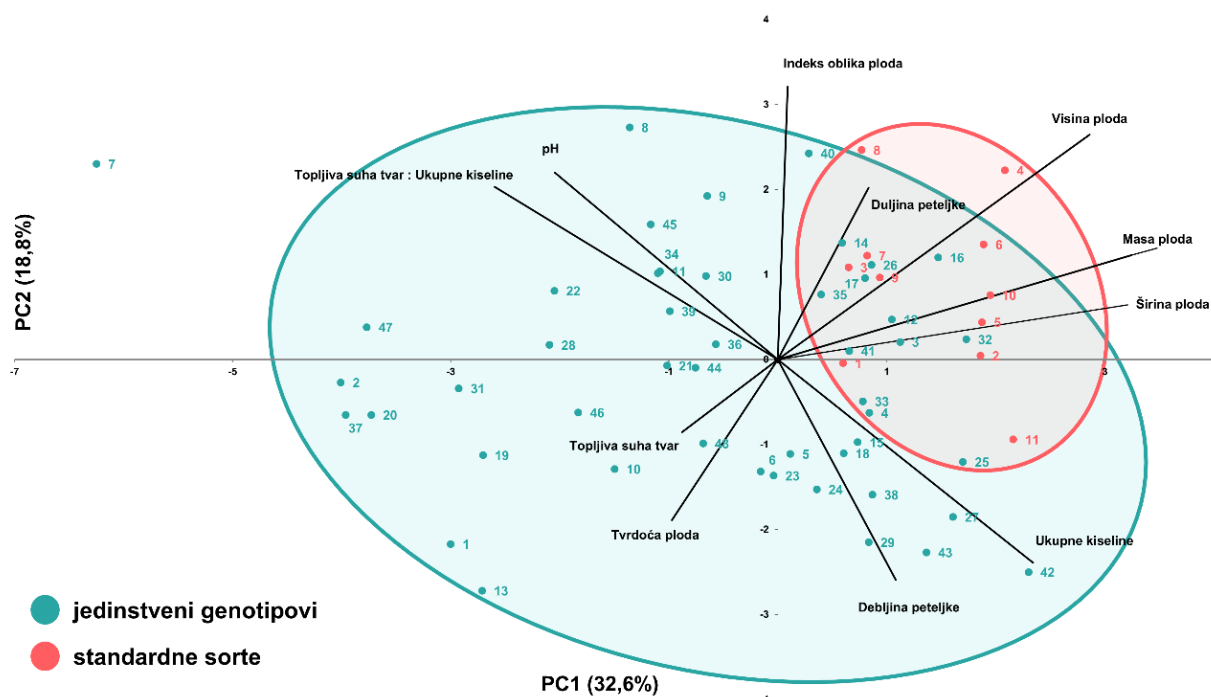
Iako postoji preklapanje između jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke kada su u pitanju prve dvije glavne komponente, uočljivo je grupiranje standardnih sorti na desnoj strani biplota. Te su sorte karakterizirane višim vrijednostima pomoloških svojstava (masa ploda, visina ploda, širina ploda).

Uočljivo je preklapanje između jednog dijela jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke što se tiče prve dvije glavne komponente što ukazuje na to da ti genotipovi imaju pozitivna pomološka svojstva i potencijalno su interesantni za eventualne buduće oplemenjivačke programe. Jedinstveni tradicionalni genotipovi jabuke koji se preklapaju sa standardnim sortama su: 'Bihorka', 'Bijela repica', 'Dugata', 'Duplokorka', 'Ferdekelta', 'Galetina', 'Golubica', 'Kristalka', 'Križara', 'Orahovačka', 'Prijedorska zelenika', 'Rajska' i 'Slavonska srčika - Karolina'. Prikazani rezultati mogu se djelomično objasniti na primjeru genotipa 'Galetina' gdje je nakon drugog kruga genetičkih analiza (SNP) utvrđeno kako je genotip 'Galetina' ustvari poznata sorta 'Enterprise' pa otuda objašnjenje zašto se grupirala sa sortama s višim vrijednostima pomoloških svojstava.

Jedinstveni tradicionalni genotipovi jabuke su na biplotu raspršeniji u odnosu na standardne sorte.

Jedinstveni tradicionalni genotip 'Cigančica' (7) se jasno izdvaja od ostalih tradicionalnih genotipova. Što se tiče pomoloških svojstava taj genotip je okarakteriziran najmanjom vrijednosti širine ploda (52,24 mm) i najmanjom vrijednosti debljine peteljke (1,44 mm), a što se tiče fizikalno-kemijskih svojstava utvrđen je najmanji sadržaj ukupnih kiselina (0,36 % kao jabučna), ali zato je utvrđena najveća vrijednost omjera topljive suhe tvari i ukupnih kiselina (51,91).

Temeljem dobivenih rezultata istraživanja germplazma pokazuje iznimnu raznolikost pomoloških svojstava.



Slika 15. PCA biplot (prve dvije glavne komponente) na temelju 11 pomoloških i fizikalno-kemijskih svojstava utvrđenih na istraživanih 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke i 11 standardnih sorti.

Crvena boja predstavlja standardne sorte od 1 do 11, a plava boja predstavlja jedinstvene tradicionalne genotipove od 1 do 48. Standardne sorte: 1-'Braeburn', 2-'Elstar', 3-'Fuji', 4-'Golden Delicious', 5-'Idared', 6-'Jonagold', 7-'Pinova', 8-'Red Delicious', 9-'Royal Gala', 10-'Summerred', 11-'Topaz'. Jedinstveni tradicionalni genotipovi: 1-'Adamčica', 2-'Adamovka petrovka', 3-'Bihorka', 4-'Bijela repica', 5-'Blatnjača', 6-'Carevka', 7-'Cigančica', 8-'Crvena ribnjača', 9-'Čebulka', 10-'Čelenika ljetna', 11-'Dogaja', 12-'Dugata', 13-'Dulibarka', 14-'Duplokorka', 15-'Ferdekelca', 16-'Galetina', 17-'Golubica', 18-'Grinštantin', 19-'Hrapava zvonasta', 20-'Hrapavka rana', 21-'Ivanlija', 22-'Jaje', 23-'Jesenska žuta', 24-'Klopčenka', 25-'Kristalka', 26-'Križara', 27-'Krupnara', 28-'Ljetni mošancelj', 29-'Majdofija', 30-'Meglena', 31-'Muškotelka', 32-'Orahovačka', 33-'Prijedorska zelenika', 34-'Prinčevka', 35-'Rajska', 36-'Rožmarinka', 37-'Rožnik', 38-'Ružmarinka' ('Florianer Rosmarin'), 39-'Senabija', 40-'Slačica', 41-'Slavonska srčika-Karolina', 42-'Slavonska srčika-Podravina', 43-'Slična Božićnici', 44-'Šiljika', 45-'Špička', 46-'Tvrđika', 47-'Želežnica', 48-'Žuta zimsko'

5. RASPRAVA

5.1. Analize molekularnih podataka

5.1.1. Identifikacija viškova u kolekciji

Utvrđeni postotak viškova unutar istraživane germplazme iznosio je 31 %, što je gotovo dvostruko više od razina viškova koje su u svom istraživanju utvrdili Urrestarazu i sur. (2016), a iznosili su 16 % između i unutar 14 velikih europskih kolekcija jabuka. Slične ili veće vrijednosti viškova (32 %), utvrđene su za kolekcije jabuke u Nizozemskoj (Van Treuren i sur., 2010.), 47 % u Španjolskoj (Urrestarazu i sur., 2012.), 34 % u Italiji (Liang i sur., 2015.) i isti postotak u Francuskoj (Lassois i sur., 2016). Niži postotak viškova utvrđen je za kolekcije germplazme jabuke iz Norveške (Gaši i sur., 2016; Meland i sur., 2022) i BiH (Gaši i sur., 2010b; 2013b).

Prisutnost standardnih sorti u većem broju klastera ukazuje na jasan unos stranog sortimenta u domaću hrvatsku germplazmu jabuke. Važno je naglasiti kako 11 standardnih sorti uključenih u ovo istraživanje nije usko grupirano, već je bilo prisutno u nekoliko različitih podskupina što ukazuje i da između korištenih standardnih sorti postoji određeni stupanj genetičke raznolikosti te da one ne vuku podrijetlo od svega nekoliko roditeljskih sorti korištenih u hibridizaciji, već je za njihov nastanak korišten veći broj sorti.

5.1.1.1. Genetički identitet

Uspoređivanje dobivenih SSR profila primki Hrvatske nacionalne banke germplazme jabuke s vrlo opsežnim bazama podataka mikrosatelita više od 2000 primki jabuke iz britanskih i irskih kolekcija rezultiralo je znatnim brojem podudaranja hrvatskih primki s primkama iz navedenih internacionalnih zbirki.

Dvije su primke 'Adamčica' i 'Blatnjača' identificirane kao podloga MM 106, gdje postoji mogućnost da se plemka koja je predstavljala stvarnu primku osušila, a podloga je nastavila s rastom ili je izrastao izbojak iz podloge s kojeg su uzeti listovi za molekularnu identifikaciju umjesto listova stvarne primke (plemke). Tri primke različitih naziva pokazale su identičan SSR profil kao stara britanska sorta jabuke 'Lethercoat Russet', što je predstavljalo jasne slučajeve pogrešne identifikacije. Nijedna od primki nije nosila lokalni naziv koji je bio sličan izvornom nazivu ili bilo kojem od priznatih sinonima ('Svijetla musulja', 'Siva jesenska reneta' i 'Parkerov peping'). Još jedan primjer pogrešnog označavanja bio je slučaj pet primki koje su pokazivale

isti SSR profil kao dobro poznata nizozemska sorta 'Belle de Boskoop'. Međutim, u slučaju 'Belle de Boskoop', jedna od primki Hrvatske nacionalne banke germplazme nosila je sličan naziv 'Crveni Boskop'. Slično tome, jedna od pet primki koja je imala isti SSR profil kao „Grüner Stettiner” nazvana je „Zeleni šetinec”. Zanimljivo je da su četiri preostale primke nosile lokalni naziv poznate sorte jabuke iz Slavonije 'Srčika'. Od četiri primke, identične staronjemačkoj sorti 'Gravenstein', samo je jedna bila ispravno označena dok su ostale tri imale lokalne nazive. Četiri primke različitih naziva pokazale su identičan SSR profil kao stara sorta iz SAD 'Jonathan', a samo jedna je bila ispravno označena. Tri primke identične sorti 'San Giovanni' imale su lokalne nazive ('Jakobovka', 'Dulibe velika' i 'Stara šara'). Tri primke različitih naziva pokazale su identičan SSR profil kao kanadska sorta 'Mantet', a samo jedna je bila ispravno označena. Tri primke identične staroj europskoj sorti 'Danziger Kantapfel' imale su lokalne nazive ('Krvavka', 'Mirišljava Budići' i 'Crvenka'). Tri primke identične staroj europskoj sorti 'Bloody Butcher' imale su lokalne nazive ('Gospojinka', 'Žuta jesenska' i 'Carska reneta'). Kod dvije primke identičnog SSR profila kao stara latvijska sorta 'White Transparent' jedna je imala izvorni naziv sorte 'Bjeličnik', a druga je imala lokalni naziv 'Petrovača žuta' koji se odnosi na vrijeme dozrijevanja. Dvije primke identične staroj europskoj sorti 'Jacquine' imale su lokalne nazive ('Muškatnica' i 'Kamenica'). Dvije primke identične staroj europskoj sorti 'Framboise d'Oberland' imale su lokalne nazive ('Malinovača' i 'Crvena djevojačka'). Dvije primke identične staroj europskoj sorti 'Batullenapfel' imale su lokalne nazive ('Turkova' i 'Bijela ribnjača'). Dvije primke identične staroj europskoj sorti 'Calville des Femmes' imale su lokalne nazive ('Div jabuka' i 'Mađarica'). Dvije primke identične staroj francuskoj sorti 'Roter Herbstkalvill' imale su lokalne nazive ('Lojzendorf' i 'Lubeničarka'). Imamo tri primjera gdje dvije primke imaju identičan SSR profil od toga jedna primka ima originalan naziv dobro poznate stare europske sorte, a druga primka ima pogrešno označen naziv neke stare europske sorte ('Budimka' = 'Šarlamovski'; 'Bobovec' = 'Krivopeteljka'; 'Harbertova reneta' = 'Kasler reneta'). Nadalje, utvrđeni su primjeri gdje dvije primke imaju identičan SSR profil od toga jedna primka ima originalan naziv dobro poznate stare europske sorte, a druga primka ima neki lokalni naziv ('London Pippin' = 'Rebrača Brinje'; 'Peasgood' = 'Jesenska žuta'; 'Mašanka' = 'Žrnovnička jabuka'; 'Kronprinz Rudolf' = 'Slovenka'; 'Reinette Baumann' = 'Šarulja'; 'Yellow Bellflower' = 'Prsnika'). Pojavu sinonima nalazimo i kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova ('Zelenika 35' = 'Zelenika 109' = 'Krupnara'; 'Car Aleksandar' = 'Kardinal'; 'Meglena' = 'Dugata'; 'Željeznjača' = 'Majdofija'; 'Klanferica' = 'Slatka'). Nalazimo i primjere pogrešnog označavanja primki gdje je ustanovljeno da se ne radi o tradicionalnim sortama već o novijim sortama koje su na terenu

dobile lokalne nazive ('Idared' = 'Slična Božićnici'; 'Mollie's Delicious' = 'Ljetni špincl'; 'Julyred' = 'Ječmenika'; 'Prima' = 'Kraljevača'; 'Mutsu' = 'Grofova'; 'Enterprise' = 'Galetina').

Slična istraživanja su provedena i u drugim europskim kolekcijama. U genetičkoj karakterizaciji 181 primke jabuke, koja se trenutno čuva u Norveškoj, korišteno je osam mikrosatelita kako bi se identificirali viškovi u kolekciji te procijenila genetička raznolikost i struktura germplazme jabuke. U 14 slučajeva identificirani su sinonimi ili možda pogrešno označene primke, kao i nekoliko homonima te duplikata unutar i između analiziranih kolekcija (Gaši i sur., 2016). Slično istraživanje provedeno je u središnjoj Italiji na 175 primki iz 10 kolekcijskih nasada jabuke korištenjem 19 mikrosatelita. Uglavnom se radilo o lokalnim sortama, dio sorti bio je nepoznatog porijekla, a jedan dio su bile poznate novije sorte te dio tradicionalne sorte. Autori su identificirali 25 duplikata, devet sinonima i devet homonima, a čak 37 nepoznatih primki bilo je dodijeljeno poznatim lokalnim ili komercijalnim sortama (Marconi i sur., 2018). Testolin i suradnici (2019) su istraživali genetičku raznolikost prikupljene germplazme jabuke u Italiji započevši s 469 molekularnih profila analiziranih upotrebom 15 SSR biljega te omogućili identifikaciju genotipova koji se održavaju na više lokacija. Grupa od preostale 234 primke dodatno je smanjena na 132 jedinstvena profila uklanjanjem 102 sinonima odnosno primke s različitim nazivima i istim molekularnim profilima. U susjednoj Bosni i Hercegovini provedeno je novije istraživanje na temelju SNP-ova na 165 primki jabuke iz IGR kolekcije (Institut za genetičke resurse, Banja Luka) te su otkrivena 54 jedinstvena diploidna i 18 jedinstvenih triploidnih profila genotipa. Neke primke bili su očiti slučajevi pogrešnog označavanja. Primjerice četiri primke bile su genetički identične podlozi 'MM 106' na koju su primke bile vjerojatno cijepljene (Đurić i sur., 2024). Usporedbom dobivenih rezultata aktualnog istraživanja s rezultatima genetičkog identiteta gore navedenih autora može se zaključiti da je broj genotipova koji su bili sinonimi, duplikati ili pogrešno označeni najbliži istraživanjima Marconi i sur. (2018) iz Italije te Đurić i sur. (2024) iz BiH, dok je istraživanjem Testolin i sur. (2019) u Italiji utvrđen znatno veći broj takvih genotipova, a istraživanje provedeno u Norveškoj ukazuje na značajno najmanji broj sinonima, duplikata i pogrešno označenih genotipova u kolekciji (Gaši i sur., 2016).

5.1.1.2. Određivanje ploidnosti temeljem SSR

Kod 33 primke ili 29 % neredundantnih genotipova detektirana su više od dva različita alela po lokusu, na barem jednom od dvanaest analiziranih lokusa, što je uzeto kao indikacija triploidnog stanja. Iako ovaj pristup nije zamjena za protočnu citometriju, koja kao metoda daje najtočnije rezultate jer su potpunu korelaciju između triploida otkrivenih SSR-ima i protočne citometrije ustanovili Pereira-Lorenzo i sur. (2007). Postotak navodnih triploida usporediv je s vrijednostima prijavljenim na bosanskoj (Gaši i sur., 2010; Gaši i sur., 2013) (27 %), španjolskoj i portugalskoj (Pereira-Lorenzo i sur., 2018) (24 %) germplazmi, ali je nešto viši (19 %) u usporedbi s turskom germplazmom (Bakır i sur., 2022). Mnogo manja pojava triploida u kolekciji germplazme jabuke utvrđena je za Norvešku (Gaši i sur., 2016.; Meland i sur., 2022.) (12-13 %). Unutar južноевропске germplazme jabuke veća je učestalost triploida u usporedbi sa sjevernom, zbog negativnog selekcijskog pritiska na genotipove s problemima oprašivanja u sjevernoj klimi (Kanlić i sur., 2016).

5.1.1.3. SSR polimorfizam

Prosječan broj alela po SSR lokusu, koji je dobiven istraživanjem (15,33), veći je od vrijednosti objavljenih u dva norveška istraživanja o raznolikosti jabuke s usporedivim brojem primki jabuke: 158 jedinstvenih genotipova (11,9) (Gaši i sur., 2016) i 171 primka (14,3) (Meland i sur., 2022.). Nešto nižu vrijednost za istraživano svojstvo navode Marconi i sur. (2018) (14,6), koji su istraživali 175 primki jabuke koje su obuhvaćale uglavnom talijanske primke iz 10 kolekcijskih nasada jabuke, koristeći 19 SSR biljega. U dostupnoj literaturi navode se više vrijednosti, npr. 18,5 koje su objavili van Treuren i sur. (2010), 16,7 Urrestarazu i sur. (2021.), 16,8 Liang i sur. (2015.), 19,5 Lassois i sur. (2016.), do 23,06. Urrestarazu i sur. (2016.) te 30,7 Venison i sur. (2022.). Međutim, važno je napomenuti kako su ovim istraživanjima obuhvaćene stotine, a u nekim slučajevima i tisuće primki jabuke, koje potječu iz brojnih kolekcija iz različitih zemalja.

Genetička raznolikost izračunata za sve lokuse između 125 primki jabuke iznosila je prosječno 0,82, u rasponu između 0,69 za CH01h10 i 0,91 za CH02c11. Izračunata vrijednost je samo malo niža od najviše objavljene vrijednosti od 0,83 u istraživanjima autora Liang i sur. (2015) i Urrestarazu i sur. (2016) ili identična vrijednostima (0,82) objavljenim u nekoliko prethodnih istraživanja na mnogo većim skupinama uzoraka (Urrestarazu i sur., 2012.; Lassois i sur., 2016, Pereira-Lorenzo i sur., 2018).

5.1.1.4. Genetička struktura

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da je genetička struktura unutar istraživanih uzoraka najizraženija za $K = 2$. Dva genetička klastera (GC) uključena za $K = 2$ sadržavale su 53 (GC1) odnosno 45 (GC2) primki kojima je dodijeljena vjerojatnost pripadnosti $q_l > 80$ %. Preostalih 27 primki označene su kao miješane, dok je 11 standardnih sorti dodijeljeno GC1. Još jedna primka koja je grupirana u GC1 bila je 'Lijepocvjetka', koju prethodno također navode Gaši i sur. (2013), koja je inače sinonim za sortu 'Yellow Bellflower'. Drugi genetički klaster bio je karakterističan po nepostojanju standardne sorte, ali i prisutnosti poznatih tradicionalnih sorti jabuke iz Bosne i Hercegovine ('Senabija', 'Budimka', 'Bihorka', 'Prijedorska zelenika' i 'Rožmarinka'), od kojih su neke uvedene tijekom vladavine Osmanskog carstva (Konjić i sur., 2023).

U istraživanju Konjić i sur. (2023) analizama temeljenim na podacima 10 analiziranih SSR lokusa utvrđena je maksimalna vrijednost za $K = 3$. Prvi genetički klaster (GC1) uključivao je 12 primki s $q_l > 80$ %, dok je GC2 uključivao osam primki, a GC3 11 primki. Preostalih 14 primki označeno je kao miješane, s vjerojatnošću pripadnosti bilo kojem od tri genetička klastera $q_l < 80$ %. Devet miješanih primki predstavljalo je mješavinu GC1 i GC3, dok je pet predstavljalo mješavinu GC2 i GC3. Analiza molekularne varijance (AMOVA) provedena na dva GC-a otkrila je da je značajan dio varijance (5,8 %; $P < 0,001$) pripisan razlikama između GC-a, što ukazuje na malu, ali značajnu genetičku diferencijaciju između ovih skupina. Usporedbe radi, genetička diferencijacija između genetičkih klastera identificiranim Bayesovskom analizom genetičke strukture na germplazmi jabuke u susjednoj BiH kretala se od 7,7 % do 13 % (Gaši i sur., 2013; Gaši i sur., 2016).

5.1.2. Genetički identitet i rekonstrukcija pedigrea (SNP)

5.1.2.1. Usporedba SNP sustava biljega s međunarodnom bazom podataka

Velika prednost sustava markera visoke rezolucije je mogućnost korištenja dobivenih genomskih podataka za rekonstrukciju opsežnih mreža podrijetla (Muranty i sur., 2020; Howard i sur., 2017). Usporedbom SNP sustava biljega s međunarodnom bazom podataka otkriven je pravi identitet pet od 24 primke jabuke koje su se prema SSR podacima smatrale jedinstvenima ('Prinčevka' je bila identična francuskoj sorti 'Conique', 'Galetina' modernoj sorti jabuke 'Enterprise', 'Carevka' staroj njemačkoj sorti 'Oberdiecks Renette', 'Kristalka' drugoj staroj

njemačkoj sorti 'Schöner von Nordhausen', dok je identitet 'Florianer Rosmarin' potvrđen). Istraživanjem je dokazano da je došlo do hibridizacije između germplazme jabuke unesene s istoka za vrijeme Osmanskog carstva i one unesene kasnije za vrijeme vladavine Austro-Ugarske monarhije. Ovaj obrazac uvođenja prethodno su predložili Gaši i sur. (2010) za germplazmu jabuke susjedne Bosne i Hercegovine. Istraživanjem je također utvrđeno da su roditelji ili najbliži srodnici pojedinih primki ('Klopčenka', 'Tvrđika' i 'Žuta zimsko') talijanske sorte. Navedeno se može objasniti činjenicom da su pojedini dijelovi hrvatskog teritorija (Istra, Primorje, dio Dalmacije i dio otoka) bili nekoliko stoljeća pod vlašću Mletačke Republike (Republike Venecije) pa je vjerojatno u tom razdoblju došlo do unosa i dijela talijanskih sorti na navedeno područje koje su se tijekom vremena proširile i na ostatak teritorija Hrvatske. Postoji još jedna mogućnost unosa talijanskih sorti na područje kontinentalne Hrvatske ili preciznije Slavonije, a radi se o tome da se krajem 19. stoljeća na područje Zapadne Slavonije u sela u okolici Pakraca i Lipika, zatim i manjim dijelom na područje Nove Gradiške i Požege doseljavaju Talijani iz sjeveroistočne Italije (razlozi dolaska su socioekonomski) (Babić, 2018). Primka 'Slačica' je pokazala blisko srodstvo isključivo sa sortama jugoistočne Europe, a razlog tome može biti taj da je nakon vjerojatno spontane hibridizacije odnosno nastanka određenog genotipa nastavljeno s uzgojem odnosno umnažanjem tog genotipa na nekom manjem izoliranom području gdje kasnije nije bilo kontakata sa zapadnoeuropskim sortama.

5.1.2.2. Procjena ploidnosti na temelju SNP-ova

Kao što je prethodno spomenuto, mikrosatelitski profili u velikoj mjeri su korišteni u procjeni ploidnosti primki jabuke (Muranty i sur., 2020; Urrestarazu i sur., 2016). Međutim, najpouzdanija metoda za određivanje ploidnosti u germplazmi roda *Malus* uključuje korištenje protočne citometrije (Korban i sur., 2021). Ovaj pristup ima neke nedostatke, budući da zahtijeva uzorkovanje svježeg biljnog tkiva i zahtijeva specijaliziranu opremu kao i održavanje referentnog biljnog materijala za procjenu ploidije. Ovaj je korak iako jako pouzdan nepotreban u slučaju da postoje genotipizirani SNP podaci za istraživane primke jer postoje softveri koji su razvijeni specifično za procjenu ploidnosti temeljem SNP podataka. U istraživanjima germplazme jabuke koje se oslanjaju na nizove SNP-a, dobiveni genomski podaci mogu se koristiti za generiranje dijagrama učestalosti alela B (BAF), koji s visokim stupnjem sigurnosti pokazuju razinu ploidnosti između primki (Chagné i sur., 2015). Za BAF metodu korišteni su podaci sa Illumina platforme, a u međuvremenu je razvijen softver axiomFP.py koji radi određivanje razine plodnosti na podacima sa Axiom platforme.

Od ukupno istraživanih 31 jedinstvenog tradicionalnog genotipa i standardnih sorti, SSR i SNP podaci identificirali su istih šest genotipova kao triploide, dok su preostalih 25 bili diploidi. Na primjer, Gilpin i sur. (2023) odredili su triploidno stanje primke označene kao 'Gravenstein' unutar norveške germplazme, koristeći B (BAF). Stara, sjevernoeuropska sorta 'Gravenstein' jedna je od najpoznatijih triploidnih sorti jabuke. U prethodnom istraživanju norveške germplazme jabuke, Gaši i sur. (2016), nisu uspjeli otkriti treći alel između osam SSR lokusa za tri od četiri primke jabuke označene kao 'Gravenstein'. To također može biti posljedica pogrešnog označavanja, budući da su samo dvije od četiri primke označene kao 'Gravenstein' pokazale identičan SSR profil, a jedan od njih pokazao je prisutnost trećeg alela i stoga je smatran triploidom. Đurić i sur. (2024) su analizom 165 primki iz kolekcijskog nasada Instituta za genetička istraživanja u Banja Luci identificirali 54 jedinstvena diploidna i 18 jedinstvenih triploidnih genotipova.

5.2. Analize fenotipskih podataka

5.2.1. Morfološke analize

5.2.1.1. Fenotipska svojstva

Morfološka svojstva se najviše koriste za determinaciju sorti, a istovremeno ukazuju i na unutrašnja svojstva sorte, jer između fizioloških i morfoloških svojstava nesumnjivo postoji čvrsta povezanost (Adamič, 1963).

Rezultati morfoloških opisa provedenih prema standardnim protokolima i deskriptorima ukazuju na značajne razlike između analiziranih jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke. Kod stabla se procjenjuje svojstvo bujnosti, tip rasta i habitus. Prilikom opisa sorti bujnost se izražava stupnjevanjem ovisno o intenzitetu, odnosno mjerom kojom je izražena kao sortno svojstvo. Sorte jabuke su najčešće umjereno bujne (Adamič, 1963). Triploidne sorte jabuke su jače bujnosti u odnosu na diploidne sorte, a bujnije sorte jabuke imaju dulji životni vijek. Bujnost stabla može utjecati na mikroklimu unutar krošnje i posljedično tome na razvoj bolesti (Cice, 2023). Kod stabla jabuke se razlikuju dva tipa rasta: stupolik i razgranat. Habitus podrazumijeva cjelokupan izgled krošnje i stabla. Na habitus kao i na sva druga svojstva utječe: podloga, gnojidba, klimatski uvjeti, razmaci sadnje, starost stabla, rezidba, ali karakterističan habitus se nikada potpuno ne izgubi. Uz plod habitus može biti jedno od najpouzdanijih svojstava determinacije sorti (Bubić, 1952).

Kod istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđeni su različiti intenziteti bujnosti od vrlo slabe do jake. Najveći broj genotipova je vrlo slabe (33,33 %) i srednje bujnosti (33,33 %), slabe bujnosti je 25 % genotipova, a svega 8,33 % genotipova su jake bujnosti stabla. Kod svih istraživanih genotipova utvrđen je razgranat tipa rasta stabla. Kod najvećeg broja genotipova utvrđen je raširen (45,83 %) i obješen (37,5 %) habitus, uspravan habitus utvrđen je kod 10,42 % genotipova, a viseći habitus kod svega 6,25 % genotipa. Dobiveni rezultati se djelomično podudaraju, a djelomično odstupaju od rezultata istraživanja drugih autora.

Prema istraživanjima svojstava stabala koja su proveli Božović i sur. (2015b) kod autohtonih sorti jabuke utvrđena je srednja do jaka bujnost stabala, a habitus je bio vrlo raznolik s piramidalnim, široko piramidalnim, raširenim i visećim oblikom krošnje. Visok postotak (69,69 %) stabala srednje bujnosti kod istraživanih sorti jabuke utvrdili su Cice i sur. (2023), dok je jaka bujnost utvrđena kod 30,30 %. U istom istraživanju je utvrđeno da su dominirala razgranata stabla uspravnog do raširenog habitusa (čak 93,93 %). Raznolikost u bujnosti utvrdili su i Meland i sur. (2024) gdje je 24 % sorti bilo jake bujnosti, 20 % slabe i samo jedna sorta vrlo slabe bujnosti, dok je raširen habitus rasta utvrđen kod 64 % istraživanih sorti, uspravan kod 12 %, a ostatak od 24 % su činili ostali tipovi habitusa. Hassan i sur. (2017) koristeći UPOV deskriptor za jabuku utvrdili su jaku bujnost kod 45,45 % istraživanih sorti, srednju kod 27,27 % i slabu kod 27,27 %, dok je raširen habitus stabla utvrđen kod 63,63 %, a uspravan kod 36,36 %. Navedene razlike u dobivenim rezultatima istraživanja mogu biti posljedica genetičkog svojstva istraživanih sorti, utjecaja podloge, starosti voćke, lokacije, ekoloških uvjeta, agrotehnike i pomotehnike i sl.

Svojstva jednogodišnjeg izbojka (odrvenje mladice nakon što je odbacila listove) koja se koriste za determinaciju sorti su debljina izbojka, duljina internodija (udaljenost između dva lista odnosno dva pupa), boja (vrlo pouzdano svojstvo za determinaciju), dlakavost i lenticle. Kod najvećeg broja istraživanih genotipova utvrđen je srednje debeli izbojak (56,25 %), zatim tanki (25 %) i debeli (16,67 %), a kod samo 2 % genotipova vrlo debeli izbojak. Duljina internodija kod istraživanih genotipova kretala se od vrlo kratkih do srednje dugačkih. Kratki su utvrđeni kod 56,25 %, vrlo kratki (29,17 %) te srednje dugački (14,58 %), dok dugački internodiji nisu utvrđeni niti kod jednog genotipa. Srednjesmeđa boja utvrđena je kod 43,75 %, zatim svijetlosmeđa kod 22,92 %, crvenosmeđa kod 16,68 %, tamnosmeđa kod 12,5 % i zelenosmeđa kod 4,17 % genotipova. Najveći broj genotipova imao je srednju dlakavost gornje polovice izbojka (52 %), zatim slabu (27 %), jaku (18,75 %), kod samo 2 % genotipova dlakavost nije bila prisutna ili vrlo slaba, dok vrlo jaka dlakavost nije utvrđena niti kod jednog

genotipa. Utvrđeno je da srednje brojne lenticеле na jednogodišnjem izbojku ima 64,58 %, malobrojne lenticеле 18,75 %, a mnogobrojne 16,67 % istraživanih genotipova. Dobiveni postotci prisutnosti odnosno brojnosti lenticela se razlikuju od postotaka koje su u svojem istraživanju utvrdili Hassan i sur. (2017), a koji iznose: malobrojna prisutnost kod 42,42 %, srednje brojna kod 30,30 % i mnogobrojna kod 27,27 % primki.

Slične rezultate za debljinu jednogodišnjeg izbojka u svom istraživanju utvrdili su Cice i sur. (2023) gdje je 90,90 % izbojaka bilo tanko ili srednje debelo, dok je kod samo jedne sorte utvrđen vrlo debeli izbojak. U istom istraživanju su utvrdili srednju duljinu internodija kod 69,70 % analiziranih sorti, kod 72,72 % sorti utvrđena je crvenosmeđa boja na osunčanoj strani izbojka, srednja ili jaka dlakavost na gornjoj polovini izbojka utvrđena je kod 75,76 % sorti, a prisutnost lenticela bila je malobrojna kod 60,61 % analiziranih sorti. Hassan i sur. (2017) koristeći UPOV deskriptor za jabuku utvrdili su da 48,48 % primki ima srednju, 36,36 % jaku i 15,15 % vrlo jaku dlakavost na gornjoj polovici jednogodišnjeg izbojka, što se razlikuje od rezultata dobivenih u ovom istraživanju.

Listovi pojedinih sorti jabuke razlikuju se u nijansi zelene boje, a dlakavost, osobito na naličju lista, je svojstvo koje može biti izraženo jače ili slabije, s kraćim ili duljim, finijim ili grubljim dlačicama (Adamič, 1963).

Srednje dugačak list utvrđen je kod najvećeg broja istraživanih genotipova (60,42 %), kod 27 % dugačak, kod 12,5 % kratak, dok vrlo kratki listovi nisu utvrđeni niti kod jednog genotipa. Srednja širina lista utvrđena je kod 56,25 % genotipova, široka kod 31,25 % te uska kod 12,5 % istraživanih genotipova. Mali omjer duljine i širine lista utvrđen je kod 54,17 %, srednji kod 35,42 % i veliki kod 10,42 % genotipova što je različito od rezultata koje su u svojem istraživanju utvrdili Hassan i sur. (2017) gdje je omjer duljine i širine plojke lista bio mali kod 36,36 %, srednji kod 42,42 % i veliki kod 21,21 % primki jabuke. Utvrđena su tri različita intenziteta zelene boje lista: srednje zelen list (50 %), svijetlozelen (27 %) i tamnozelen kod 22,92 % genotipova, a približne rezultate u svom istraživanju utvrdili su Hassan i sur. (2017) gdje je intenzitet zelene boje plojke lista bio svijetlozelen kod 21,21 %, srednji kod, 48,48 % i tamnozelen kod 30,30 % primki. S obzirom na nazubljenost, utvrđeni su slijedeći tipovi: oštro nazubljeni tip 1 (43,75 %), dvostruko oblo nazubljeni tip (27 %), dvostruko oštro nazubljeni tip kod 16,67 %, oštro nazubljeni tip 2 kod 6,25 % te oblo nazubljeni tip također kod 6,25 % istraživanih genotipa. U ovom istraživanju utvrđeno je kako najveći broj genotipova ima srednji intenzitet dlakavosti naličja lista (66,67 %), jaki intenzitet ima 33,33 % dok odsutna ili slaba dlakavost nije utvrđena niti kod jednog istraživanog genotipa.

Dobiveni rezultati djelomično se poklapaju s rezultatima istraživanja drugih autora. Cice i sur. (2023) utvrdili su srednju duljinu plojke lista kod 33,33 % istraživanih sorti, a kratku kod 30,30 %. Srednji intenzitet zelene boje lista utvrđen je kod 90,91 % sorti. Kod 39,39 % sorti za svojstvo nazubljenosti ruba lista utvrđen je oštro nazubljeni tip 2, a kod 51,51 % sorti utvrđena je srednja dlakavost naličja lista. Hassan i sur. (2017) su utvrdili da dlakavost naličja lista nije prisutna ili je slaba kod 87,87 %, srednja kod 9,09 % i jaka kod 1 % primki što je velikim djelom u suprotnosti s dobivenim rezultatima za svojstvo dlakavosti u ovom istraživanju. Što se tiče svojstva nazubljenosti lista kod 18,18 % primki je utvrđen dvostruko oblo nazubljeni tip lista, oštro nazubljeni tip 1 kod 24,24 %, oštro nazubljeni tip 2 kod 15,15 % i dvostruko oštro nazubljeni tip kod 42,42 % istraživanih primki. Usporedbom dobivenih rezultata istraživanja navedenog autora za svojstvo nazubljenosti ruba lista s rezultatima ovog istraživanja može se zaključiti da postoji evidentna razlika u postotcima tipa nazubljenosti ali je zajedničko da je i u jednom i drugom istraživanju prisutna varijabilnost u tipovima nazubljenosti lista.

U botaničkoj sistematici cvijet ima prvenstven značaj za determinaciju i sistematiku dok se u pomologiji koristi uglavnom u znanstvene svrhe (Bubić, 1952).

Najveći broj istraživanih genotipova ima tamnoružičastu boju cvijeta u fazi balona (33,33 %), svijetloružičastu (31,25 %), srednjecrvenu 16,67 %, žućkastoružičastu 10,42 %, tamnocrvenu 8,33 % dok bijela i ljubičasta boja cvijeta u fazi balona nije utvrđena niti kod jednog genotipa. Utvrđeno je kako se latice preklapaju kod 47,92 %, kod 31,25 % genotipova latice se dodiruju, dok su Cice i sur. (2023) utvrdili kako se latice dodiruju kod 42,42 % sorti. Latice su bile slobodne kod 20,83 % istraživanih genotipova u odnosu na 45,45 % koliko su u svom istraživanju utvrdili Cice i sur. (2023). Njuška tučka iznad prašnika je kod 58,33 %, kod 31,25 % genotipova je njuška u istoj razini s prašnicima, dok je kod 8,33 % genotipova utvrđena njuška tučka ispod prašnika.

Prevladavajuća boja u fazi balona kod cvjetova, koje su istraživali Cice i sur. (2023), bila je svijetlo ružičasta (54,54 %) što je veći postotak u odnosu na ovo istraživanje u kojem je prevladavala tamnoružičasta boja, a položaj njuške tučka u odnosu na prašnike bio je iznad kod 51,51 % istraživanih sorti, što je približan postotak ovom istraživanju (58,33 %). Božović i sur. (2015b) su utvrdili da istraživane sorte uglavnom imaju blijedoružičastu boju cvijeta, a kod promatranih cvjetova utvrdili su sve tri mogućnosti položaja njuške tučka u odnosu na prašnike (ispod, u istoj razini i iznad).

Stoljeća domestikacije, selekcije i razmnožavanja rezultirala su širokim rasponom oblika plodova sorti jabuke (Volk i sur., 2021), a oblik ploda je važno svojstvo i treba biti što prikladniji za različite oblike pakiranja (Gliha, 1978). Osobito specifično svojstvo je boja kože

ploda, koja može biti vrlo različita i tipična je za sortu. Formiranje boje ploda ovisi o genetičkim svojstvima sorte ali i o različitim vanjskim čimbenicima kao što je sunčeva svjetlost prije zriobe plodova, ishrana, starost stabla, zdravstveno stanje, podloga, položaj ploda u krošnji, zrelost ubranih plodova i vrijeme čuvanja u hladnjači. Stoga se sve navedeno mora uzeti u obzir pri odabiru plodova za determinaciju ili za pomološki prikaz sorte (Bubić, 1952). Boja kože ploda jabuke jedan je od najvažnijih čimbenika koji određuju prihvatljivost i ekonomsku vrijednost plodova jabuke (Nybom i Garkava-Gustavsson, 2009). Prema Lin-Wang i sur. (2011), dva glavna okolišna čimbenika koja utječu na razvoj crvene boje kože jabuke su temperatura i svjetlost. Udubljenje čaške je sortno svojstvo ploda jabuke, a čaška je jedan od najkarakterističnijih deskriptivnih elemenata ploda različitih sorti jabuke (Adamič, 1963).

Istraživani genotipovi imaju različite oblike plodova: koničan osnovni oblik ploda utvrđen je kod 35,41 %, zatim obrnuto elipsoidan kod njih 27 %, valjkast sa strukom kod 16,6 %, a 10,41 % genotipova imalo je okruglast i 10,41 % jajolik oblik, dok valjkast i elipsoidan osnovni oblik ploda nije utvrđen niti kod jednog genotipa. Slične rezultate za oblik ploda u svom istraživanju utvrdili su Arnal i sur. (2022) gdje su plodovi bili uglavnom koničnog oblika, dok je manji dio plodova bio obrnuto elipsoidan i okruglast. U istraživanju Ganuopulosa i sur. (2017) također je utvrđen pretežno koničan oblik ploda. Kod autohtonih sorti jabuka prevladava koničan i obrnuto elipsoidan, a pojavljuje se elipsoidan i okruglast oblik ploda (Božović i sur., 2015b). Dominantan oblik ploda kod više od 70 % sorti bio je obrnuto elipsoidan s određenim varijacijama (Meland i sur., 2024) što je više nego dvostruko veći postotak plodova elipsoidnog oblika u odnosu na ovo istraživanje. Većinu obrnuto elipsoidnih plodova jabuke (42,42 %) u svom istraživanju utvrdili su Cice i sur. (2023), a slijedili su koničan (30,30 %), što je postotak usporediv s ovim istraživanjem, te okrugli (18,18 %) oblik ploda, što je gotovo dvostruko veći postotak u odnosu na ovo istraživanje. Značajnu varijabilnost u obliku plodova u svom istraživanju utvrdili su Hassan i sur. (2017) gdje je najveći broj genotipova bio okruglastog oblika (63,63 %), obrnuto elipsoidan (18,18 %), elipsoidan (12,12 %), jajolik (3,03 %) i koničan (3,03 %), što predstavlja značajno različite rezultate u usporedbi s ovim istraživanjem. Karatas i sur. (2022) istraživali su 22 genotipa ljetnih sorti jabuka i utvrdili da je devet genotipova imalo obrnuto elipsoidan, osam genotipova okruglast, a pet genotipova koničan oblik ploda. Većina autohtonih sorti jabuke uzgajanih na području istočne Bosne i Hercegovine ima duguljast do zvonast, jajolik i okruglast oblik ploda (Kanlić i sur. 2015).

Žutozelena osnovna boja ploda u ovom istraživanju utvrđena je kod većine (58,33 %) genotipova, zelena kod 14,58 %, bijelozelena kod 12,5 %, bijeložuta kod 8,33 % i žuta kod 6,25 % istraživanih genotipova. Kod niti jednog genotipa nije utvrđeno da osnovna boja nije vidljiva.

Kod najvećeg broja genotipova utvrđena je srednja prekrivenost površine ploda dopunskom bojom (37,5 %), odsutna ili vrlo mala prisutnost utvrđena je kod 25 % genotipova, mala kod 18,75 %, velika kod 14,58 %, a vrlo velika kod 4,17 % genotipova.

Utvrđene nijanse dopunske boje: crvena (37,5 %), narančastocrvena (25 %), smeđecrvena kod 10,41 %, ružičastocrvena kod 8,33 % i ljubičastocrvena kod 4,17 % genotipova. Srednji intenzitet dopunske boje ploda kod 41,67 %, svjetliji 27 %, a tamniji kod 16,67 % genotipova. Crvena struktura dopunske boje bez primjesa utvrđena je kod najvećeg broja istraživanih genotipova (33,33 %), crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama kod 27 %, crvena, prugasta i prošarana kod 14,58 %, crvena bez primjesa s jako izraženim prugama 4,17 % i crvena i prošarana također 4,17 % te prugasta (bez crvenila) 2 % genotipova. U istraživanju koje su proveli Cice i sur. (2023) većina sorti (75,75 %) bila je žutozelene osnovne boje kože ploda, što je za 17 % više u odnosu na ovo istraživanje, a kod 54 % sorti utvrđen je srednji intenzitet dopunske boje, koja je varirala od ružičastocrvene do crvene boje. Karatas i sur. (2022) su utvrdili nisku varijabilnost osnovne boje ploda (zelena i žuta), dominirala je ružičastocrvena dopunska boja ploda, a relativna prekrivenost dopunskom bojom kretala se u rasponu od 29 do 88 %. Varijabilnost osnovne i dopunske boje kože ploda sorti jabuke istraživali su Božović i sur. (2015b) te su utvrdili žutu, bijelozelenu, žutozelenu i zelenu osnovnu boju te crvenu, ružičastocrvenu, ljubičastocrvenu, narančastocrvenu i smeđecrvenu dopunsku boju kože ploda kod istraživanih sorti, dok su Ganuopulos i sur. (2017) utvrdili da je kao dopunska boja prevladavala narančasta za razliku od ovog istraživanja u kojem je prevladavala crvena dopunska boja ploda. Meland i sur. (2024) su utvrdili da tradicionalne sorte imaju izrazito obojene plodove. Dopunska boja prekrivala je 60 – 80 % površine ploda, boja je varirala od crvene, ružičastocrvene do ljubičastocrvene, a struktura dopunske boje bila je crvena bez primjesa ili crvena bez primjesa s jako izraženim prugama. Nekoliko sorti nije imalo dopunsku boju ploda, a osnovna boja je bila uglavnom bijelozelena i zelena, za razliku od ovog istraživanja gdje je većina plodova bila žutozelene dopunske boje. Da tradicionalne sorte jabuka imaju znatno manju površinu prekrivenu dopunskom bojom u odnosu na referentne sorte utvrdili su Arnal i sur. (2022). Božović i sur. (2015) su kod istraživanih sorti utvrdili da dvije sorte imaju samo osnovnu boju ploda (žutu i zelenu), a ostale sorte imale su i dopunsku boju: narančastocrvenu, ružičastocrvenu, ljubičastocrvenu i smeđecrvenu te da su one prisutne u različitom postotku, ali se može zaključiti da dominiraju slabo obojene sorte. Osnovna žuta, žutozelena i zelena boja utvrđene su kod plodova primki jabuke iz istraživanja Hassan i sur. (2017), a relativna površina prekrivena dopunskom bojom bila je mala (33,33 %), srednja (6,06 %), velika (15,15 %) i vrlo velika (45,45 %).

Umjereno izraženo udubljenje čaške utvrđeno je kod 54,17 %, kod 35,42 % jako izraženo udubljenje čaške, dok je udubljenje bilo odsutno odnosno slabo izraženo kod 10,42 % genotipova. Srednja veličina čaške ploda kod 52 %, zatim velika kod 22,92 % i mala kod 22,92 % genotipova. Najveći broj genotipova (41,67 %) ima srednje brojne lenticule na plodu, zatim malobrojne ima 35,42 % genotipova, a 20,83 % genotipova ima mnogobrojne lenticule. Kod najvećeg broja istraživanih genotipova (54,17 %) utvrđena je mala veličina lenticela na plodu, srednja kod 37,5 % i velika kod samo 10,42 % genotipova.

U istraživanju koje su proveli Cice i sur. (2023), kod većine analiziranih sorti (54,54 %) lenticule na kožici ploda bile su malobrojne i male, plodovi su također imali malu veličinu čaške, a udubljenje čaške bilo je umjereno izraženo, dok su Božović i sur. (2015b) utvrdili da je kod većine istraživanih sorti udubljenje čaške bilo umjereno izraženo i srednja veličina čaške što se podudara s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

5.2.2. Fenološka opažanja

Vrijeme cvatnje je genetički uvjetovano svojstvo pojedine sorte, a može više ili manje varirati pod utjecajem vanjskih čimbenika. Vrijeme cvatnje se može uspoređivati s nekom od standardnih sorti (Miljković, 2021). Za voćarsku proizvodnju je vrlo važno trajanje cvatnje jabuke, jer što cvatnja dulje traje rodnost je sigurnija osobito u nepovoljnim agroklimatskim uvjetima (Adamič, 1963). Razdoblje cvatnje važno je ne samo za optimalno oprašivanje, oplodnju i naknadno zametanje plodova, već i za izbjegavanje rizika od kasnih proljetnih mrazeva u područjima u kojima se javljaju (Krogstad i sur., 2023). Zbog sve većeg problema pojave kasnih mrazeva prednost treba dati genotipovima koji kasnije ulaze u cvatnju.

U razdoblju provedbe ovog istraživanja, genotip koji je najranije kretao s fenofazom cvatnje je 'Hrapavka rana' (prosječan datum početka cvatnje 12. travanj), a najkasnije je s cvatnjom kretao genotip 'Ivanlija' (prosječan datum početka cvatnje 27. travanj). Najranije je u fazu pune cvatnje ulazila 'Adamovka petrovka' (prosječan datum pune cvatnje 17. travanj), dok su najkasnije u fazu pune cvatnje ušli genotipovi 'Čebulka', 'Senabija' i 'Železnica' (prosječan datum pune cvatnje 27. travanj). Genotip 'Žuta zimsko' je najranije završio s cvatnjom u istraživanom razdoblju (prosječan datum završetka cvatnje 28. travanj), a najkasnije su s cvatnjom završili genotipovi 'Kristalka', 'Meglena', 'Senabija', i 'Slavonska srčika-Karolina' (prosječan datum završetka cvatnje 10. svibanj).

Prema istraživanju Hassan i sur. (2017) početak cvatnje istraživanih genotipova trajao je od 31. ožujka do 26. travnja, a završetak cvatnje od 23. travnja do 11. svibnja, što je značajno

dulje vrijeme trajanje cvatnje u odnosu na vrijeme cvatnje genotipova u ovom istraživanju. Veliku varijabilnost u početku cvatnje utvrdili su u svom istraživanju Dolker i sur. (2021), gdje je u 2018. i 2019. godini razlika u cvatnji između najranije i najkasnije istraživane sorte iznosila 8,7 odnosno 8,3 dana te je u usporedbi s referentnom sortom 'Royal Delicious', cvatnja tradicionalnih sorti započela 12 dana ranije. Tradicionalne sorte ušle su u fazu pune cvatnje od početka do sredine svibnja, a za usporedbu sorta 'Royal Delicious' ušla je u fazu pune cvatnje 9 do 16 dana nakon tradicionalnih sorti u istim uvjetima okoline. Tijekom dvije godine istraživanja Meland i sur. (2024) utvrdili su da je varijabilnost vremena pune cvatnje između istraživanih sorti bila 10 dana (15. - 25. svibnja u 1. godini i 10. - 20. svibnja u 2. godini), dok je u ovom trogodišnjem istraživanju varijabilnost pune cvatnje između genotipova bila nešto niža i iznosila je šest dana (21. - 27. svibnja). Kalvane i sur. (2021) u svome istraživanju su utvrdili da se puna cvatnja za sve sorte odvija gotovo istovremeno: u posljednjem tjednu svibnja, u intervalu od 4 - 5 dana, što je približno broju dana iz ovog istraživanja, te da postoji velika varijabilnost u datumima pune cvatnje iz godine u godinu. Veliku varijabilnost u vremenu cvatnje između istraživanih genotipova utvrdili su Božović i sur. (2015b). Srednje vrijeme početka cvatnje kod 45,45 % analiziranih sorti utvrdili su Cice i sur. (2023). Sva navedena istraživanja ukazuju kako je vrijeme i trajanje cvatnje varijabilno iz godine u godinu, te osim o sorti značajno ovisi i o čimbenicima okoline.

5.2.2.1. Optimalni rok berbe istraživanih genotipova

Prema Skendrović Babojelić i Fruk (2016), optimalan rok berbe određen je za svaku pojedinu vrstu odnosno sortu, a ovisi ponajprije o namjeni plodova koji se beru. Tako na primjer plodovi iste sorte koji su namijenjeni za prodaju neposredno nakon berbe ne beru se u isto vrijeme kao i plodovi koji su namijenjeni za čuvanje u hladnjači odnosno za neki tip prerade. Optimalan rok berbe je važan za održavanje kakvoće plodova. Plodovi se moraju brati u pravom trenutku, kada dostignu svojstva karakteristična za određeni genotip. Ako se plodovi jabuke beru prerano, imaju lošiju konzumnu kvalitetu, manje atraktivnu boju i okus, ali ako se beru prekasno, plodovi češće imaju fiziološke poremećaje i kraći rok trajanja (Lauri i Lespinnasse, 1993).

Prema dobivenim rezultatima ovog istraživanja najranije dozrijeva 'Adamovka petrovka' u prvoj dekadi srpnja, a nakon nje u srpnju još dozrijeva i 'Čelenika ljetna', dok u kolovozu dozrijevaju 'Hrapavka rana' i 'Prinčevka'. Tijekom rujna dozrijeva 14 istraživanih genotipova, dok je utvrđeno kako najveći broj genotipova dozrijeva u listopadu (29). Genotip koji je najkasniji dozrijevao je 'Muškotelka' u trećoj dekadi studenog.

Da većina istraživanih sorti dozrijeva u listopadu u svome istraživanju su utvrdili Božović i sur. (2015b) što se podudara s ovim istraživanjem. Temeljem dvogodišnjeg promatranja Meland i sur. (2024) utvrdili su da šest sorti pripada skupini vrlo ranog vremena zriobe, devet sorti pripada skupini ranog vremena zriobe, dok 50 % sorti pripada skupini srednjeg vremena zriobe plodova. Cice i sur. (2023) su utvrdili kako istraživane sorte imaju široku sezonu dozrijevanja, od vrlo ranih koje dozrijevaju krajem lipnja do vrlo kasnih koje dozrijevaju krajem listopada što je približno dobivenim podacima iz ovog istraživanja. U Turskoj su Karatas i sur. (2022) istraživali dozrijevanje genotipova ljetnih sorti jabuka i utvrdili da datumi berbe variraju od 11. srpnja do 13. kolovoza, dok su datumi berbe ranih ljetnih genotipova u ovom istraživanju varirali od 9. srpnja do 24. kolovoza, što je nešto širi raspon dozrijevanja. Razlike u vremenu dozrijevanja i optimalni rok berbe osim o sorti / genotipu ovise od godine do godine, te je posljednjih nekoliko godina sve veći problem utvrđivanja optimalnog roka berbe zbog ubrzanog sazrijevanja ploda kao posljedica variranja temperature i drugih uvjeta okoline.

5.2.3. Analize pomoloških i fizikalno - kemijskih svojstava

5.2.3.2. Pomološka i fizikalno - kemijska svojstva istraživanih standardnih sorti i jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke

5.2.3.2.1. Pomološka svojstva

Masa ploda jedno je od najvažnijih svojstava ploda jabuke s aspekta tržišta odnosno svojstvo koje preferiraju potrošači. Plodovi veće mase imaju povoljniji odnos između jestivog i nejestivog dijela ploda. Masa ploda sortno je obilježje i vrlo važno svojstvo ploda te je važan čimbenik koji utječe na kategorizaciju odnosno klasiranje plodova voća (Skendrović Babojelić, 2016).

U ovom istraživanju prosječna masa ploda kod jedinstvenih genotipova kretala se u rasponu od 58 g ('Adamovka petrovka') do 219 g ('Križara') dok se kod standardnih sorti masa ploda kretala u rasponu od 160 g ('Royal Gala') do 221 ('Jonagold'). Masa ploda većine jedinstvenih genotipova je manja od mase ploda standardnih sorti.

Temeljem dobivenih rezultata i provedene statističke analize utvrđena je značajna varijabilnost u masi plodova između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova ali i varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte.

Kod jednog dijela istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena je masa plodova manja od 70 g ('Cigančica' i 'Hrapavka rana') što je nepoželjno svojstvo. No neki od

navedenih istraživanih genotipova manje mase ploda imali su pozitivna neka druga fizikalno-kemijska svojstva kao na primjer udio topljive suhe tvari.

U ovom istraživanju utvrđeno je da se kod dijela istraživanih jedinstvenih genotipova masa kretala preko 200 g pa čak i 210 g ('Križara', 'Krupnara', 'Orahovačka', 'Slavonska srčika-Podravina') što je u rangu vrijednosti standardnih sorti. Neki od tih genotipova mogu biti interesantni za uvođenje u intenzivnu proizvodnju ili kao vrijedan genetički materijal u budućim oplemenjivačkim programima.

Slične rezultate u svojim istraživanjima utvrdili su Morariu i sur. (2025) gdje je također utvrđena značajna varijabilnost u masi plodova kod istraživanih genotipova u rasponu od 75,60 do 245,90 g. Gaši (2012) je također utvrdio značajnu varijabilnost u prosječnoj masi plodova kod istraživanog autohtonog sortimenta u BIH koja se kretala od 98 g do 276 g. Varijabilnost u prosječnoj masi ploda između aktualne i autohtone grupe genotipova je bila izraženija u usporedbi s ostalim svojstvima. Arnal i sur. (2022) su u svome istraživanju utvrdili prosječnu masu ploda od 125 g što je manje u odnosu na ovo istraživanje gdje je prosječna masa iznosila 146,30 g. Skendrović Babojelić i sur. (2014) su proveli istraživanje 2013. godine na plodovima tradicionalnih sorti jabuka, a masa se kretala od 103,13 do 199,81 g što se djelomično poklapa s ovim istraživanjem što se tiče najveće mase ploda dok je minimalna masa veća u odnosu na minimalnu masu iz ovog istraživanja. Značajno variranje mase ploda genotipova jabuke potvrdili su u svom istraživanju Cice i sur. (2023), gdje se masa ploda kretala od minimalnih 31,33 g do maksimalnih vrijednosti mase od 236,02 g, a većina sorti (51,6%) imala je prosječnu masu ploda u rasponu od 31,33 do 79,20 g. Brojni autori su u svojim istraživanjima utvrdili značajnu varijabilnost u masi ploda jabuke: od 37,55 do 187,00 g (Božović i sur., 2015a), od 40,76 do 206,74 g (Božović i sur. 2015b), od 36 g do 222 g (Meland i sur., 2024), od 89 g do 132 g (Karatas i sur., 2022), od 101,18 do 189,60 g (Milinović i sur., 2017), od 75,66 g do 152,62 g (Salkić i sur., 2017) što se poklapa s dobivenim rezultatima ovog istraživanja.

Dimenzije ploda važne su i zbog utvrđivanja pomoloških svojstava na temelju kojih se utvrđuju razlike između sorti (Westwood, 1995).

Prosječna **visina ploda** kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova kretala se u rasponu od 43,50 mm ('Dulibarka') do 76,31 mm ('Slačica') dok se kod standardnih sorti visina ploda kretala u rasponu od 63,72 mm ('Topaz') do 73,96 mm ('Golden Delicious'). Kroz ovo istraživanje je utvrđeno kako je visina ploda većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova manja od visine ploda standardnih sorti ali je veća varijabilnost visine plodova jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte.

Značajne razlike u visini plodova između analizirane 34 sorte jabuke u svom istraživanju utvrdili su Morairu i sur. (2025) gdje se visina kretala u rasponu od 22,6 do 58,7 mm. Minimalne vrijednosti visine ploda u istraživanju navedenih autora su znatno niže u odnosu na dobivene rezultate ovog istraživanja.

Prosječna visina ploda jabuke u istraživanju Arnala i sur. (2022) bila je u rasponu od 43 do 63 mm, a gotovo identične rezultate u svom istraživanju utvrdili su Božović i sur. (2015a) gdje se visina ploda kretala od 43,24 do 63,44 mm. Navedene vrijednosti su u granicama dobivenih rezultata ovog istraživanja. U dvogodišnjem istraživanju autohtonih genotipova jabuke s područja BIH Salkić i sur. (2017) utvrdili su najnižu (47,71 mm) i najvišu (68,00 mm) prosječnu visinu ploda, a približne rezultate istraživanja dobili su i Božović i sur. (2015b) gdje su vrijednosti visine ploda bile od 44,99 do 70,01 mm. Skendrović Babojelić i sur. (2014) su u svom istraživanju tradicionalnih genotipova utvrdili prosječnu visinu plodova u rasponu od 52,45 do 71,09 mm, a približno slične vrijednosti visine ploda (51,95 do 68,61 mm) u svom istraživanju utvrdili su i Milinović i sur. (2017). Visina ploda većine istraživanih genotipova u ovom istraživanju kretala se unutar granica rezultata koje su dobili u svojim istraživanjima i drugi autori uz znatno odstupanje maksimalne vrijednosti kod genotipa 'Slačica' i znatno variranje visine ploda ovisno o genotipu. Dobiveni rezultati potvrđuju kako su istraživana svojstva veličine ploda sortno svojstvo, koje ovisi o klimatskim uvjetima i tehnološkim postupcima te o broju i položaju plodova na stablu i drugo.

Širina ploda je osobito važno svojstvo kod sortiranja odnosno razvrstavanja plodova u klase temeljem kojih se određuje cijena plodova. Ovim istraživanjem je utvrđeno kako je širina ploda većine jedinstvenih genotipova manja od širine ploda standardnih sorti i kretala se u rasponu od 52,24 mm ('Cigančica') do 83,52 mm ('Orahovačka'), a kod standardnih sorti u rasponu od 71,59 mm ('Royal Gala') do 81,48 mm ('Idared'), te je potvrđena značajna varijabilnost u širini plodova između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova, ali i varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte.

U svom istraživanju Meland i sur. (2024) navode kako se širina ploda jabuke kretala u rasponu od 50 mm do nešto više od 80 mm i izravno je korelirala s masom ploda. Približne rezultate istraživanja utvrdili su Arnal i sur. (2022) gdje je širina ploda iznosila između 50,00 i 81,50 mm te Božović i sur. (2015b) gdje se širina kretala u rasponu od 45,48 do 80,59 mm, što se većim dijelom poklapa s dobivenim rezultatima istraživanja širine ploda jedinstvenih genotipova. U dvogodišnjem istraživanju autohtonih genotipova s područja BIH Salkić i sur. (2017) su utvrdili najmanju (60,31 mm) i najveću (78,31 mm) prosječnu vrijednost širine ploda, a slične rezultate za širinu ploda (61,08 do 76,73 mm) utvrdili su i Skendrović Babojelić i sur.

(2014), te se može uočiti kako su u navedenim istraživanjima utvrđene više vrijednosti donjih granica širine ploda u odnosu na dobivene rezultate u ovom istraživanju. Također, u svom istraživanju Mertoglu i sur. (2022) navode kako se prosječna širina ploda kretala u rasponu od 51,48 mm do 60,81 mm.

Indeks oblika ploda predstavlja omjer visine i širine ploda jabuke i jedno je od najvažnijih svojstava vanjske kvalitete ploda jabuke za tržište te je stoga prioritetni cilj oplemenjivanja (Hazbavi i sur., 2014). Rezultati ovog istraživanja ukazuju kako je indeks oblika ploda većine jedinstvenih genotipova manji od indeksa oblika ploda standardnih sorti i kretao se u rasponu od 0,72 ('Adamčica') do 1,02 ('Špička') dok se kod standardnih sorti vrijednost indeksa oblika ploda kretala u rasponu od 0,79 ('Topaz') do 0,96 ('Red Delicious'). Također je utvrđena značajna varijabilnost u vrijednosti indeksa oblika plodova između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova ali i varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte. Dobiveni rezultati poklapaju se s većinom istraživanja drugih autora. Tako su Božović i sur. (2015a) u svom istraživanju utvrdili kako je indeks oblika ploda varirao u širokim granicama od 0,71 do 1,06, Skendrović Babojelić i sur. (2014) su utvrdili vrijednosti indeksa oblika ploda od 0,70 do 0,93, dok su Salkić i sur. (2017) utvrdili vrijednosti indeksa oblika ploda u rasponu od 0,61 do 1,05. Morairu i sur. (2025) su u svom istraživanju zaključili kako relativno malo istraživanih sorti ima vrijednosti indeksa oblika ploda blizu 1, što predstavlja približno okrugli oblik ploda. Za sve sorte vrijednosti indeksa oblika ploda kretale su se između 0,73 i 1,07, pa je većina sorti imala obrnuto elipsoidne plodove. Budući da potrošači obično biraju veće i na izgled ljepše plodove jer smatraju da su oni kvalitetniji i zreliji, uniforman i karakterističan oblik ploda važno je obilježje kakvoće plodova. S obzirom na dobivene rezultate unutar istraživanih genotipova postoje oni koji bi oblikom i veličinom ploda mogli udovoljiti željama potrošača.

Duljina i debljina peteljke ploda karakteristično je svojstvo sorti jabuke. Kratka peteljka nije poželjna, jer kratka i debela peteljka ne osigurava plodu dovoljno prostora za rast te može uzrokovati oštećenja plodova i time smanjuje njihovu tržišnu kvalitetu (Salkić i sur., 2017). Kratka peteljka dodatno otežava berbu plodova jabuka. Duljina peteljke ploda većine jedinstvenih genotipova je manja od standardnih sorti, te se kretala u rasponu od 4,84 mm ('Kristalka') do 20,63 mm ('Rajska') dok se kod standardnih sorti duljina peteljke ploda kretala u rasponu od 15,79 mm ('Braeburn') do 32,03 mm ('Pinova').

Slične rezultate navode i Salkić i sur. (2017) gdje su se prosječne vrijednosti duljine peteljke ploda kretale u rasponu od 7,47 do 10,65 mm, a sve istraživane sorte jabuke imale su vrlo kratku ili kratku peteljku što je negativno svojstvo, što se poklapa i s rezultatima ovog

istraživanja gdje jedan dio istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova ima kratku peteljku ploda što je nepoželjno svojstvo.

Po obliku i razvijenosti peteljka ploda dosta varira (Miljković, 2021), što je potvrđeno i kroz ovo istraživanje gdje se debljina peteljke ploda kod jedinstvenih genotipova kretala u rasponu od 1,44 mm ('Cigančica') do 3,73 mm ('Krupnara') dok se kod standardnih sorti debljina peteljke ploda kretala u rasponu od 1,97 mm ('Pinova') do 2,77 mm ('Summerred'). Debljina peteljke ploda većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova bila je veća od standardnih sorti.

U istraživanju Sturma i sur. (2003) prosječne vrijednosti debljine peteljke ploda kretale su se od 2,1 do 2,7 mm. Prema istraživanju Vinković i sur. (2023) prosječne vrijednosti debljine peteljke ploda ovisno o lokaciji istraživanja kretale su se od 2,61 do 2,97 mm što se poklapa s vrijednostima rezultata ovog istraživanja za standardne sorte. Međutim, između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena je značajna varijabilnost u debljini peteljke plodova, ali i varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte.

5.2.3.2.2. Fizikalno-kemijska svojstva

Istraživanja ukazuju kako je **tvrdća ploda** važan pokazatelj fiziološke zrelosti i važan kriterij za određivanje stupnja zrelosti odnosno određivanja optimalnog roka berbe (DeEll, 2001). Potrošačima obično nisu privlačni plodovi jabuke s tvrdoćom manjom od 4,5 kg/cm² i stoga je to minimalna prihvatljiva razina tvrdoće za mnoge sorte manje tvrdoće (Prange i sur., 1993; Skendrović Babojelić i sur., 2007; Brookfield i sur., 2011). Vrijednosti tvrdoće koriste se za predviđanje otpornosti voća na manipulaciju (Panzella i sur., 2013). Sazrijevanjem plodova tvrdoća se smanjuje. Na tvrdoću ponajviše utječu: prirod, veličina ploda, sadržaj kalcija, zrelost u vrijeme berbe, temperatura i uvjeti čuvanja (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). U ovom istraživanju utvrđena je veća tvrdoća ploda većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova od tvrdoće ploda standardnih sorti i kretala se u rasponu od 3,35 kg/cm² ('Muškotelka') do 12,10 kg/cm² ('Adamčica'), dok se kod standardnih sorti tvrdoća ploda kretala u rasponu od 5,58 kg/cm² ('Elstar') do 8,71 kg/cm² ('Braeburn').

U istraživanju Dolker i sur. (2021) prosječna vrijednost tvrdoće ploda tradicionalnih sorti jabuke iznosila je 6,1 kg/cm², što je značajno niže u usporedbi s referentom sortom 'Royal Delicious' (8,8 kg/cm²). Prema istraživanjima Hassan i sur. (2017) tvrdoća ploda jabuke se kretala od 4 kg/cm² do 7 kg/cm². U svojim istraživanjima Meland i sur. (2024) su utvrdili da većina tradicionalnih sorti ima plodove vrlo visoke tvrdoće više od 11 kg/cm², što se djelomično

poklapa i s dobivenim rezultatima ovog istraživanja. Brojni autori su u svojim istraživanjima utvrdili značajnu varijabilnost u tvrdoći plodova jabuka: od 4,33 do 7,11 kg/cm² (Karatas i sur., 2025), 6,33 do 7,47 kg/cm² (Salkić i sur., 2017) i 5,82 do 8,80 kg/cm² (Milinović i sur. 2017), što je potvrđeno i kroz ovo istraživanje gdje je utvrđena značajna varijabilnost u tvrdoći plodova između istraživanih jedinstvenih genotipova, ali i varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte. Međutim, treba naglasiti kako jedinstveni tradicionalni genotipovi jabuke imaju veću tvrdoću ploda u odnosu na standardne sorte što je poželjno svojstvo osobito za transport i manipulaciju plodova.

Topljivu suhu tvar čine šećeri i nešećerne komponente: kristali šećera, soli organskih kiselina, aminokiselina, pektina, polifenolni spojevi i drugi. Tomić i sur. (2011) ukazuju da se sorte koje sadrže visok udio topljive suhe tvari u plodu mogu komercijalno koristiti za proizvodnju vina i žestokih pića te za sušenje. Udio topljive suhe tvari ploda većine istraživanih jedinstvenih genotipova u sklopu ovog istraživanja veći je od standardnih sorti i kretao se u rasponu od 12,32 °Brix ('Duplokorka' i 'Senabija') do 20,33 °Brix ('Hrapava zvonasta'), dok se kod standardnih sorti udio topljive suhe tvari ploda kretao u rasponu od 13,10 °Brix ('Royal Gala') do 15,70 °Brix ('Fuji'). Veći udio topljive suhe tvari je poželjno svojstvo, a zbog čega pojedini istraživani jedinstveni tradicionalni genotipovi predstavljaju velik potencijal za prerađivačku industriju. Temeljem dobivenih rezultata i provedene statističke analize utvrđena je značajna varijabilnost u udjelu topljive suhe tvari plodova između istraživanih standardnih, ali i jedinstvenih tradicionalnih genotipova te varijabilnost jedinstvenih genotipova u odnosu na standardne sorte. Navodi drugih autora također ukazuju na slične zaključke. Prema istraživanju Božović i sur. (2015a) sadržaj topljive suhe tvari u plodovima različitih sorti jabuke kretao se od 9,6 do 15,2 °Brix, a kod plodova dviju sorti ('Busuta' i 'Pazarka') utvrđene su najviše količine topljive suhe tvari, 15,2 °Brix i 14,7 °Brix pa se iste mogu smatrati kao dobra sirovina za industrijsku preradu. Ista skupina autora Božović i sur. (2015b) u drugom istraživanju ukazuju kako se topljiva suha tvar kod analiziranih plodova kretala između 11,0 i 16,1 °Brix, dok Cice i sur. (2023) u svom istraživanju navode da je najniža vrijednost topljive suhe tvari u analiziranim plodovima različitih sorti jabuke iznosila 8,0 °Brix, a najviša 14,64 °Brix. Dolker i sur. (2021) navode kako su autohtone sorte pokazale širok raspon sadržaja topljive suhe tvari, od 11,8 do 15,5 °Brix, a Meland i sur. (2024) navode kako se prosječan udio topljive suhe tvari analiziranih sorti jabuke kretao u širokom rasponu od 10,68 do 16,01 °Brix. Rezultati istraživanja Milinović i sur. (2017) ukazuju da se prosječna vrijednost topljive suhe tvari kod tradicionalnih sorti jabuka kretala od 13,11 do 17,58 °Brix. Rezultati istraživanja navedenih autora poklapaju se s rezultatima ovog istraživanja. No, na primjer, Hassan i sur. (2017) utvrdili su udio topljive suhe

tvori istraživanih divljih genotipova jabuke u rasponu od 6,7 do 16,3 °Brix što su značajno niže vrijednosti u odnosu na one utvrđene u ovom istraživanju.

Organske kiseline daju voću kiselu okus i usporavaju djelovanje mikroorganizama, odnosno kvarenje (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016). Kiselost kod sorti ovisi o vegetacijskoj sezoni, rodности i agrotehnici (Pérez-Romero i sur., 2015). Jabučna kiselina je glavna organska kiselina koja čini do 90 % ukupnih organskih kiselina (Zhang i sur., 2021). Vrijednosti ukupnih kiselina ploda većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova iz ovog istraživanja su manje od vrijednosti ukupnih kiselina standardnih sorti, a kretale su se u rasponu od 0,36 % ('Cigančica') do 1,23 % ('Slavonska srčika - Podravina'), u usporedbi s vrijednostima utvrđenim kod standardnih sorti koje su bile u rasponu od 0,65 % ('Red Delicious') do 1,27 % ('Topaz'). Hassan i sur. (2017) su istraživali 33 genotipa divlje jabuke i utvrdili da se vrijednost ukupnih kiselina kretala u rasponu od 0,06 % do 0,79 %. Sadržaj ukupnih kiselina istraživali su i Dolker i sur. (2021) te su utvrdili vrijednosti između 0,25 % i 0,71 % kod analiziranih sorti jabuke, zatim Morairu i sur. (2025) raspon sadržaja od 0,20 % do 1,16 % te Meland i sur. (2024) koji su utvrdili sadržaj ukupnih kiselina u rasponu od 0,24% do 1,98%. Rezultati istraživanja drugih autora ukazuju na značajnu varijabilnost sadržaja ukupnih kiselina, što je potvrđeno i rezultatima ovog istraživanja, a u kojem je utvrđena značajna varijabilnost u vrijednostima ukupnih kiselina između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova, ali i između jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti.

Tijekom dozrijevanja plodova, šećeri se akumuliraju, a organske kiseline razgrađuju prilikom čega se postiže odgovarajući **omjer šećera i kiselina** pa plodovi u konačnici postaju ukusniji, skladnog i osvježujućeg okusa (Skendrović Babojelić i Fruk, 2016.). Također, interakcija metabolizma šećera i kiselina utječe na relativni sadržaj spomenutih kemijskih sastojaka (Valero i sur., 2013). Veći omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina ploda utvrđen je kod većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova (prosječna vrijednost 22,46) iz ovog istraživanja u odnosu na standardne sorte (prosječna vrijednost 16,40) i kretao se u rasponu od 12,26 ('Kristalka') do 51,91 ('Cigančica'). Kod standardnih sorti, omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina ploda kretao se u rasponu od 11,27 ('Summerred') do 20,85 ('Red Delicious'). U istraživanju koje su proveli Meland i sur. (2024), 25 istraživanih sorti jabuke omjer topljive suhe tvari i ukupnih kiselina kretao se od 10 do preko 40, a što su ovisno o istraživanoj sorti i niže vrijednosti u odnosu na one dobivene u ovom istraživanju. Navedeno ukazuje na pozitivna senzorska svojstva pojedinih istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova.

Prosječna kiselost jabuke izražena kao **pH vrijednost** iznosi 3,5 do 4,0 (Kiernan, 2024). pH vrijednost većine jedinstvenih tradicionalnih genotipova iz ovog istraživanja bila je veća od

pH vrijednosti standardnih sorti i kretala se u širem rasponu od 2,86 ('Slična Božićnici') do 5,78 ('Crvena ribnjača'), dok se kod standardnih sorti pH vrijednost ploda kretala u rasponu od 3,09 ('Summerred') do 3,95 ('Red Delicious'). Temeljem navedenoga može se zaključiti da se tradicionalne sorte, s obzirom na pH vrijednost, mogu kategorizirati od jako kiselih do slabo kiselih, dok se standardne sorte uglavnom nalaze u užem pH rasponu te se svrstavaju u kisele i jako kisele. Prema istraživanju koje su proveli Cice i sur. (2023), pH vrijednosti analiziranih plodova sorti jabuke značajno su se razlikovale te je najniža utvrđena pH vrijednost iznosila 2,67, a najviša 5,28, što se podudara s dobivenim rezultatima ovog istraživanja. Mertoglu i sur. (2022) navode kako se prosječna pH vrijednost kretala u rasponu od 3,16 do 3,4, dok nekoliko istraživanja ukazuje da su se prosječne pH vrijednosti kretale od 3,15 do 4,89 za istraživane genotipove jabuka (Kaya i sur., 2015, Bostan i sur., 2009), što su značajno manja variranja pH vrijednosti u odnosu na rezultate ovog istraživanja.

4.2.3.3. Analiza glavnih komponenti (PCA)

Analiza glavnih komponenti (PCA) provodi se korištenjem matrice koja sadrži sve analizirane parametre kako bi se istaknuli glavni parametri razlikovanja varijabilnosti te kako bi se podaci mogli interpretirati i lako vizualizirati (Cice i sur., 2023).

Analiza glavnih komponenti 11 istraživanih svojstava provedena je kako bi se istražili odnosi između 11 standardnih sorti i 48 jedinstvenih tradicionalnih genotipova jabuke. U PCA prve četiri glavne komponente imale su eigenvrijednost veću od 1. Prva glavna komponenta (PC1) objašnjava 32,6 % ukupne varijance, dok je druga glavna komponenta (PC2) objasnila 18,82 %. Treća glavna komponenta (PC3) objašnjava 14,53 %, a četvrta (PC4) 11,57 % ukupne varijance. Ostale glavne komponente (PC5 do PC11) objašnjavale su svaka pojedinačno ispod 10 % ukupne varijance. Dvije prve glavne komponente činile su 51,42 % ukupne varijance. Slične vrijednosti akumulativne varijance (48,86 %), navode Gaši i sur. (2011) koji su analizirali 18 fenotipskih svojstava unutar germplazme jabuke u BiH, kao i međunarodnih, referentnih sorti.

Iako rezultati ovog istraživanja ukazuju kako postoji preklapanje između jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke kada su u pitanju prve dvije glavne komponente, uočljivo je grupiranje standardnih sorti na desnoj strani biplota i preklapanje između jednog dijela jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti jabuke što ukazuje na to da ti genotipovi imaju pozitivna pomološka svojstva i potencijalno su interesantni za eventualne buduće oplemenjivačke programe. Te su sorte karakterizirane višim vrijednostima pomoloških svojstava (masa ploda, visina ploda, širina ploda). Prema

istraživanjima Arnal i sur. (2022) dvije multivarijantne analize pokazale su da je morfološka raznolikost referentnih sorti jabuke bila niža od one kod tradicionalnih sorti. Rezultati PCoA pokazali su da prve tri PCo objašnjavaju 31 % procijenjene varijance, sa sedam koordinata potrebnih za postizanje 50 % varijance. Na dijagramu koji predstavlja jedinke jabuke u PCo 1 i PCo 2 (24 % varijance), utvrđeno je da su referentne sorte bile blisko grupirane dok su tradicionalne sorte jabuke bile odvojene od referentnih sorti jabuke, ali nije otkrivena daljnja struktura u tradicionalnom skupu.

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja Božović i sur. (2015b), PC1 objašnjava 15,98 %, PC2 13,78 %, PC3 10,44 %, a ostalih 5 komponenti objašnjava manje od 10 % varijance u skupu podataka. Primke jabuka su odvojene na temelju mase i veličine ploda u PC1; habitusa, dubine čaške i boje mesa u PC2; boje cvijeta, boje ploda, širine čaške, lokula i tvrdoće u PC3.

U istraživanju Cice i sur. (2023) prve tri komponente objasnile su ukupno 37,36 % varijance, pri čemu PC1 čini 17,05 % varijance, PC2 11,53 %, a PC3 8,79 %. Nekoliko svojstava stabla poput bujnosti stabla, habitusa, vrste rodnosti, debljine jednogodišnjih izbojaka, duljine internodija i prisutnosti lenticela pozitivno su korelirali s PC1, kao i neka svojstva listova poput položaja u odnosu na duljinu izbojka, širinu, omjer duljine i širine, intenzitet zelene boje, nazubljenost ruba i antocijanska obojenost baze peteljke. Sve morfološke osobine ploda, kao i veličina, visina i promjer ploda, bile su pozitivno korelirane s PC1, dok su kolorimetrijske osobine kože bile povezane s PC2.

Rezultati istraživanja Farokkhi i sur. (2013) ukazuju kako PCA objašnjava prvih sedam glavnih komponenti (PC) s vlastitim vrijednostima većim od vrijednosti 1, što čini 74,7 % ukupne varijance. Prva komponenta (PC1), koja objašnjava 17,7 % ukupne varijance je bila negativno povezana s masom ploda, volumenom ploda, visinom ploda, širinom ploda, sadržajem organskih kiselina, veličinom lista, duljinom internodija i visinom stabla. Stoga, genotipovi s visokim vrijednostima PC1 imaju nižu kvalitetu i izgled ploda, kao i manju veličinu stabla. Općenito, PC1 odgovara varijablama povezanim s tržišnom vrijednosti ploda i bujnosti rasta stabla.

Prema dobivenim rezultatima istraživanja Mertoglu i sur. (2022), varijanca objašnjava sedam komponenti. Prve tri komponente objašnjavaju 77,6 % ukupne varijance. PC1 predstavlja širinu ploda, duljinu peteljke i visinu ploda te objašnjava 35,30 % ukupne varijance u skupu podataka, dok PC2 objašnjava 26,2 % s ukupnim kiselinama i ukupnim sadržajem polifenola. To se može protumačiti kao činjenica da se varijanca uzrokovana djelovanjem sorte i vegetacijske godine uglavnom javlja u početku u fizikalnim svojstvima, dok kemijska svojstva

kasnije dolaze do izražaja. Rezultati PCA također znače da su najosjetljivije karakteristike na ekološke razlike identificirane osobine koje su pronađene u PC1 i PC2.

Morairu i sur. (2025) su utvrdili vezano za morfološka svojstva plodova da je prva glavna komponenta (PC1) činila većinu ukupne varijance sa 65,3 %, dok je druga glavna komponenta (PC2) činila 23,6 %, a Meland i sur. (2024) su utvrdili kako kumulativna varijanca objašnjava prve tri komponente sa 42,5 %, gdje je prva komponenta činila 18,3 %, druga 13,4 %, a treća 10,8 % ukupne varijabilnosti.

6. ZAKLJUČCI

U ovom istraživanju nakon provedenih genetičkih analiza potvrđena je prva hipoteza kako unutar hrvatske germplazme jabuke postoje jedinstveni tradicionalni genotipovi koji do sada nisu evidentirani u referentnim, molekularnim bazama, uz sljedeće konkretne zaključke:

1. Uporabom dva sustava biljega (mikrosateliti i jednonukleotidni polimorfizmi) u kolekcijskom nasadu (ukupno 169 primki) utvrđeno je postojanje 55 jedinstvenih tradicionalnih genotipova koji nisu evidentirani u međunarodnim kolekcijama, odnosno bazama.
2. Kod 59 genotipova je potvrđen identitet usporedbom s međunarodnom bazom gdje se radi o poznatim međunarodnim sortama.
3. U Hrvatskoj nacionalnoj banci germplazme jabuke postoji značajan broj viškova (55) u obliku sinonima i duplikata.

Nakon provedenih analiza pomoloških i fizikalno–kemijskih svojstava ploda, ovo istraživanje je opovrgnulo drugu hipotezu da plodovi tradicionalnih genotipova jabuke imaju veću masu i veću tvrdoću ploda u odnosu na standardne sorte, no plodovi pojedinih tradicionalnih genotipova istaknuli su se u većoj tvrdoći ploda u odnosu na standardne sorte.

Ovim istraživanjem potvrđena je treća hipoteza kako plodovi pojedinih tradicionalnih genotipova jabuke sadrže veći udio topljive suhe tvari u odnosu na standardne sorte.

Sve navedeno ukazuje na sljedeće zaključke:

1. Statističkom analizom utvrđene su značajne razlike između istraživanih jedinstvenih tradicionalnih genotipova i standardnih sorti s obzirom na pomološka i fizikalno–kemijska svojstva plodova.
2. Standardne sorte imaju veću masu ploda (pozitivno pomološko svojstvo) u odnosu na jedinstvene tradicionalne genotipove jabuke, izuzetak čini manji broj jedinstvenih tradicionalnih genotipova koji po masi ploda mogu konkurirati i standardnim sortama.
3. S obzirom da pojedini jedinstveni tradicionalni genotipovi ipak imaju veću tvrdoću ploda u odnosu na standardne sorte, interesantni su u pogledu manipulacije, transporta i skladištenja plodova.
4. Također jedinstveni tradicionalni genotipovi sadrže veći udio topljive suhe tvari u odnosu na standardne sorte i predstavljaju potencijal za preradu u različite proizvode.

Za sve istraživane genotipove primjenom CPVO protokola utvrđen je morfološki profil koji može poslužiti u budućoj identifikaciji genotipova. Kod jedinstvenih tradicionalnih genotipova utvrđena je raznolikost morfoloških svojstava značajnih za tehnologiju proizvodnje kao što su

bujnost i habitus stabla, ali i tržišno značajnih svojstava kao što su osnovni oblik i boja ploda. Utvrđena je i raznolikost u pogledu fenoloških opažanja i dozrijevanja plodova.

U ovome radu po prvi puta su sustavno opisani jedinstveni tradicionalni genotipovi hrvatske germplazme jabuke što predstavlja značajan doprinos voćarskoj znanosti u Hrvatskoj budući da je hrvatska germplazma jabuke osim po brojnosti bogata i značajna po potencijalu pojedinih istraživanih tradicionalnih genotipova jabuke.

Obzirom da su SNP i korišteni čip ukupno informativniji u odnosu na mikrosatelite u daljnjim bi istraživanjima bilo od znanstvenog interesa napraviti analizu svih preostalih jedinstvenih tradicionalnih genotipova.

Određeni jedinstveni tradicionalni genotipovi koji su rasprostranjeni samo u ograničenim geografskim područjima mogli bi ponovno biti uvedeni u uzgoj kako bi doprinijeli poboljšanju raznolikosti sortimenta jabuke što može biti značajno u pogledu prilagodbe klimatskim promjenama.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju kako istraživana germplazma jabuke sadrži vrijedna svojstva značajna za održivu budućnost kolekcije Hrvatske nacionalne banke germplazme, kao i potencijal za buduće oplemenjivačke programe.

7. POPIS LITERATURE

1. Adamič, F., Bohutinski, O., Dimitrovski, T., Gavrilović, M., Jovančević, R., Stanković, D., Vitolović, V. (1963). Jabuka – Jugoslovenska pomologija. Zadruga knjiga, Beograd.
2. Alessandri S., Gregori R., Dondini L., Sansavini S. (2021). Rosa Romana apple: A heritage of the apple germoplasm of the Tuscan-Emilian Apennines to be recovered and promoted. *Scientia Horticulturae* Volume 280: 109955.
3. Arnal A., Lazaro A., Tardío, J. (2022). Morphological characterization of 23 *Malus domestica* Borkh. cultivars from central Spain. *Plant Genetic Resources* 3: 22–37.
4. Babić D. (2018). Italians in Požega-Slavonia County between assimilation and identity preservation. *Works of the Institute for Scientific and Artistic Work in Požega* 7: 177-196. DOI: <https://dx.doi.org/10.21857/m3v76t678y>
5. Bakır, M., Dumanoglu, H., Aygun, A.; Erdogan, V., Efe Dost, S., Gülsen, O., Serdar, U., Kalkisim, O., Bastas, K. (2022). Genetic diversity and population structure of apple germplasm from Eastern Black Sea region of Turkey by SSRs. *Scientia Horticulturae* 294: 110793.
6. Baric S., Storti A., Hofer M., Guerra W., Dalla Via J. (2020). Molecular Genetic Identification of Apple Cultivars Based on Microsatellite DNA Analysis. I. The Database of 600 Validated Profiles. *Erwerbs-Obstbau* 62: 117–154.
7. Bianco, L., Cestaro, A., Sargent, D.J., Banchi, E., Derdak, S., Di Guardo, M., Salvi, S., Jansen, J., Viola, R., Gut, I. (2014). Development and validation of a 20K single nucleotide polymorphism (SNP) whole genome genotyping array for apple (*Malus x domestica* Borkh). *PLoS ONE* 9: e110377.
8. Bianco, L., Cestaro, A., Linsmith, G., Muranty, H., Denancé, C., Theron, A., Poncet, C., Micheletti, D., Kerschbamer, E., Di Pierro, E.A. (2016). Development and validation of the Axiom(®) Apple480K SNP genotyping array. *Plant Molecular Biology* 86: 62–74.
9. BLE. Äpfel Produktinformation. Available online: <https://www.ble-medienservice.de/simpliedownloadable/freedownload/link/hash/509e27ccc3b1b81ce7b6405f8154c63a/> (Pristupljeno: 8. 8. 2023).
10. Bolarić S., Vokurka A., Batelja Lodeta K., Benčić Đ. (2024). Genotyping of Croatian Olive Germplasm with Consensus SSR Markers. *Horticulturae*, 10(4): 417. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10040417>

11. Bostan S. Z. (2009). Pomological traits of local apple and pear cultivars and types grown in Trabzon province (eastern Black Sea Region of Turkey). *Acta Horticulturae* 825: 293–298.
12. Božović D., Lazović B., Ercisli S., Adakalić M., Jaćimović V., Sezer I., Koc A. (2015). Morphological characterization of autochthonous Apple Genetic Resources in Montenegro. *Erwerbs-Obstbau* 58: 93–102.
13. Brookfield P. L., Nicoll S., Gunson F. A. (2011). Sensory evaluation by small postharvest teams and the relationship with instrumental measurements of apple texture. *Postharvest Biology and Technology* 59(2): 179-186.
14. Brown S.K., Maloney K.E. (2003). Genetic improvement of apple: breeding, markers, mapping and biotechnology. In: Ferree D., Warrington I. (eds) *Apples: botany, production and users*. CAB International, Wallingford, UK: 31-59.
15. Bubić Š. (1952). *Specijalno voćarstvo*. Univerzitet u Sarajevu. Univerzitetsko izdavačko preduzeće „Veselin Masleša“, Sarajevo.
16. Butiuc-Keul A., Coste A., Farkas A., Cristea V., Isac V., Halmagyi A. (2019). Molecular characterization of apple (*Malus × domestica* Borkh.) genotypes originating from three complementary conservation strategies. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 43(5): 464–477.
17. BZL. Äpfel. Available online: <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaftliche-produkte/wie-werden-unsere-lebensmittel-erzeugt/pflanzliche-produkte/aepfel> (Pristupljeno: 23. 2. 2024).
18. Carey V.J. (2019). *gee: Generalized Estimation Equation Solver*. R package version 4.13-20, <https://CRAN.R-project.org/package=gee> (Pristupljeno: 4. 4. 2024).
19. Chagné D., Crowhurst R.N., Troggio M., Davey M.W., Gilmore B., Lawley C., Vanderzande S., Hellens R.P., Kumar S., Cestaro A. (2012). Genome-Wide SNP Detection, Validation, and Development of an 8K SNP Array for Apple. *PLoS ONE*, 7, e31745.
20. Chagné D., Kirk C., Whitworth C., Erasmuson S., Bicknell R., Sargent D.J., Kumar S., Troggio M. (2015). Polyploid and aneuploid detection in apple using a single nucleotide polymorphism array. *Tree Genetics & Genomes* 11: 94.
21. Chasalow S. (2015). *combinat: Routines for Combinatorics*. R Package Version 0.0–8. 2015. Available online: <https://CRAN.R-project.org/package=combinat> (Pristupljeno: 4. 4. 2024).

22. Chen Z., Yu L., Liu W., Zhang J., Wang N., Chen X. (2021). Research progress of fruit color development in apple (*Malus domestica* Borkh.). *Plant Physiology and Biochemistry* 162: 267–279.
23. Chen X.S., Wang N., Peng F.T., Mao Z.Q., Yin C.M., Jiang Y.M., Ge S.F., Hu D.G., Li Y.Y., Du Y.P. (2024). Advances in Quality and Maturity Breeding of Important Deciduous Fruit Trees in China. *Acta Horticulturae Sin.* 51: 8–26.
24. Cice D., Ferrara E., Magri A., Adiletta G., Capriolo G., Rega P., Di Matteo M., Petriccione M. (2023). Autochthonous Apple Cultivars from the Campania Region (Southern Italy). *Bio-Agronomic and Qualitative Traits Plants* 12, 1160: 1-16. <https://doi.org/10.3390/plants12051160>
25. Clark L., Jasieniuk M. (2011). polysat: an R package for polyploid microsatellite analysis. *Molecular Ecology Resources* 11(3): 562–566, doi: 10.1111/j.1755-0998.2011.02985.x.
26. Corander J., Waldmann P., Sillanpää M.J. (2003). Bayesian analysis of genetic differentiation between populations. *Genetics* 163: 367–374.
27. Coupel-Ledru A., Pallas B., Delalande M., Segura V., Guitton B., Muranty H., Durel C.-E., Regnard J.-L., Costes E. (2022). Tree architecture, light interception and water-use related traits are controlled by different genomic regions in an apple tree core collection. *The New Phytologist* 234(1): 209–226. <https://doi.org/10.1111/nph.17960>
28. Čiček D. (2008). Usporedba pretpostavljenih sinonima sorata jabuke Slavonska srčika, Srčika, Zeleni štetinec i Zelenika. Diplomski rad, vlastita naklada, Zagreb
29. Čiček D., Halapija Kazija D., Milinović B., Jelačić T., Biško A., Vujević P. (2014). Determinacija tradicionalnih sorti voćnih vrsta, Zbornik sažetaka 7. Međunarodni kongres oplemenjivanja bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo / Zdravko Matotan (ur.). Zagreb: Hrvatsko Agronomsko društvo str. 78-79
30. Čiček D., Vujević P., Mlinović B., Halapija Kazija D., Jelačić T. (2017). Pomological characteristics of traditional cultivars of apples in the intensive breeding. 10. International meeting Plant breeding, seed and nursery production, Sveti Martin na Muri, Croatia, 8.-10. 11. 2017; Zdravko Matotan (Editor in Chief); Croatian Society of Agronomists: Zagreb, Croatia, Book of Abstracts, 75-76.
31. Čiček D., Vujević P., Jelačić T., Skendrović Babojelić M. (2022). Morfološka svojstva značajna za identifikaciju tradicionalnih sorti jabuka, Zbornik sažetaka 15. Jubilarni međunarodni kongres oplemenjivanja bilja, sjemenarstvo i rasadničarstvo / Zdravko Matotan (ur.). Zagreb: Hrvatsko Agronomsko društvo str. 82-83.

32. DeEll J. R., Khanizadeh S., Saad F., Ferree D. C. (2001). Factors affecting apple fruit firmness - / a review. *Journal of The American pomological Society* 55: 8 – 27.
33. Denancé C., Muranty H., Durel C.-E. (2020). MUNQ - *Malus* UNiQue genotype code for grouping apple accessions corresponding to a unique genotypic profile. <https://doi.org/https://doi.org/10.15454/HKGMAS>
34. Diel A.F.A. (1799). Versuch einer Systematischen Beschreibung in Deutschland vorhandener Kernobstsorten. Frankfurt am Main.
35. Dolker T., Kumar D., Chandel J.S., Angmo S., Chaurasia O.P., Stobdan T. (2021). Phenological and Pomological Characteristics of native Apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars of Trans Himalayan ladakh India. *Defence Life Science Journal* J. 6: 64–69.
36. Drost H.G. (2018). Philentropy: Information Theory and Distance Quantification with R. *Journal of Open Source Software* 3(26), 765 <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.00765>.
37. Državni zavod za statistiku, Proizvodnja povrća, voća i grožđa u 2024. – privremeni podaci, POLJ-2024-2-7, Zagreb. (Pristupljeno: 31. 3. 2025)
38. Đurić G., Skytte af Sättra J., Gaši F. (2024). Genetic diversity of apple heirloom germplasm in Bosnia and Herzegovina, as revealed by SNP markers. *Tree Genetics & Genomes* 20: 28. <https://doi.org/10.1007/s11295-024-01658-6>
39. Đurović D. (2021). Posebno voćarstvo I – jabučaste voćke, Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, Birograf, Zemun.
40. Earl D.A., Von Holdt B.M. (2011). Structure harvester: A Website and program for visualizing STRUCTURE output and imple-menting the Evanno method. *Conservation Genetics Resources* 4: 359–361.
41. Edge Garza D.A., Rowland T.V., Haendiges S., Peace C. (2014). A high-throughput and cost-efficient DNA extraction protocol for the tree fruit crops of apple, sweet cherry, and peach relying on silica beads during tissue sampling. *Molecular Breeding* 34, 4: 2225-2228. DOI: 10.1007/s11032-014-0160-x
42. Ercisli S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51:419–435.
43. Evanno G., Regnaut S., Goudet J. (2005). Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: A simu-lation study. *Molecular Ecology* 14: 2611–2620.
44. Farrokhi J., Darvishzadeh R., Hatami Maleki H. Naseri L. (2013). Evaluation of Iranian Native Apple (*Malus x domestica* Borkh) Germplasm using Biochemical and Morphological Characteristics. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78 (4): 307-313.

45. Fotirić Akšić M., Dabić Zagorac D., Gašić U., Tosti T., Natić M., Meland M. (2022). Analysis of Apple Fruit (*Malus × domestica* Borkh.) Quality Attributes Obtained from Organic and Integrated Production Systems. *Sustainability* 14(9): 5300. <https://doi.org/10.3390/su14095300>
46. Ganopoulos I., Tourvas N., Xanthopoulou A., Aravanopoulos F. A., Avramidou E., Zambounis A., Tsaftaris A., Madesis P., Sotiropoulos T., Koutinas N. (2018). Phenotypic and molecular characterization of apple (*Malus × domestica* Borkh.) genetic resources in Greece. *Scientia Agricola* 75, 6: 509-518.
47. García-Fernández B., Dolcet-Sanjuan R., Micheletti D., Antón-Díaz M. J., Solsona C., Fernández M., Abad X., Dapena E. (2023). Susceptibility evaluation to fire blight and genome-wide associations within a collection of asturian apple accessions. *Plants* 12: (23). <https://doi.org/10.3390/plants12234068>
48. Garkava-Gustavsson L., Kolodinska Brantestam A., Sehic J., Nybom H. (2008). Molecular characterisation of indigenous Swedish apple cultivars based on SSR and S-allele analysis. *Hereditas* 145(3): 99–112.
49. Gaši F., Kurtović M., Šimon S., Pecina M., Pejić I. (2010a). Genetic and pomological analyses of apple germplasm in Bosnia and Herzegovina. *Acta Horticulturae* 859: 111–116.
50. Gaši F., Šimon S., Pojskić N., Kurtović M., Pejić I. (2010b). Genetic assessment of apple germplasm in Bosnia and Herzegovina using microsatellite and morphologic markers. *Scientia Horticulturae* 126(2): 164–171.
51. Gaši F., Šimon S., Pojskić N., Kurtović M., Pejić I. (2011). Analysis of morphological variability in Bosnia and Herzegovina's autochthonous apple germplasm. *International Journal of Food, Agriculture and Environment* 9: 444–448.
52. Gaši F., Šimon S., Pojskić N., Kurtović M., Pejić I., Meland M., Kaiser C. (2013a). Evaluation of apple (*Malus × domestica*) genetic resources in Bosnia and Herzegovina using microsatellite markers. *HortScience* 48(1): 13–21. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.1.13>
53. Gaši F., Žulj Mihaljević M., Šimon S., Grahić J., Pojskić N., Kurtović M., Nikolić D., Pejić I. (2013b). Genetic structure of apple accessions maintained ex situ in Bosnia and Herzegovina examined by microsatellite markers. *Genetika* 45(2): 467–478. <https://doi.org/10.2298/GENSR1302467G>

54. Gaši F., Kanlić K., Stroil B.K., Pojskić N., Asdal Å., Rasmussen M., Kaiser C., Meland M. (2016). Redundancies and Genetic Structure among ex situ Apple Collections in Norway Examined with Microsatellite Markers. *HortScience* 51: 1458–1462.
55. Gharghani A., Zamani Z., Talaie A., Oraguzie N.C., Fatahi R., Hajnajari H., Wiedow C., Gardiner S.E. (2009). Genetic identity and relationships of Iranian apple (*Malus × domestica* Borkh.) cultivars and landraces, wild *Malus* species and representative old apple cultivars based on simple sequence repeat (SSR) marker analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56(6): 829–842.
56. Gilpin L., Røen D., Schubert M., Davik J., Rumpunen K., Gardli K.A., Hjeltne S.H., Alsheikh M. (2023). Genetic characterization of the Norwegian apple collection. *Horticulturae* 9(9): 575. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE9050575>
57. Gliha R. (1978). Sorte jabuka u suvremenoj proizvodnji, Radničko sveučilište „Moša Pijade“, Zagreb.
58. Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede 2023. (2024). Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, Zagreb.
59. Grotte M., Duprat F., Loonis D., Pitri E. (2001) Mechanical properties of the skin and the flesh of apples, *International Journal of Food Properties*, 4:1: 149-161. doi: 10.1081/JFP-100002193
60. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants, BBCH Monograph. (2001). Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2. Edition.
61. Guilford P., Prakash S., Zhu J. (1997). Microsatellites in *Malus x domestica* (apple): abundance, polymorphism and cultivar identification. *Theoretical and Applied Genetics* 94: 249–254. <https://doi.org/10.1007/s001220050407>
62. Hahsler M., Chelluboina S., Hornik K., Buchta C. (2011). The arules R-Package ecosystem: Analyzing interesting patterns from large transaction datasets. *Journal of Machine Learning Research* 12: 1977–1981.
63. Halapija Kazija D., Jelačić T., Vujević P., Milinović B., Čiček D., Biško A., Pejić I., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Pecina M. (2014). Plum germplasm in Croatia and neighboring countries assessed by microsatellites and DUS descriptors. *Tree genetics & genomes* 10, 3: 761-778. doi:10.1007/s11295-014-0721-5
64. Hardy O.J., Vekemans X. (2022). SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. *Molecular Ecology Notes* 2: 618-620.

65. Hassan S., Bhat K.M., Dar Z.A., Mir M.A., Pandith A.H., Wani W.M., Jan A. (2017). Morphological characterization of apple accessions in Kashmir region. *Plant Archives* Vol. 17 No. 2: 1071-1077.
66. Hazbavi I. (2014). Shape and size grading of apple fruit (cv. Fuji) based on geometrical properties. *International Journal of Biosciences*, vol. 4, no. 12: 269-273. <http://dx.doi.org/10.12692/ijb/4.12.269-273>.
67. Hecke K., Herbinger K., Veberič R., Trobec M., Toplak H., Štampar F., Keppel H., Grill D. (2006). Sugar -, acid – and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. *European Journal of Clinical Nutrition* 60: 1136 – 1140.
68. Hokanson S. C., Szewc-McFadden A. K., Lamboy W.F., J. R. McFerson J.R. (1998). Microsatellite (SSR) markers reveal genetic identities, genetic diversity and relationships in a *Malus x domestica* Borkh. core subset collection. *Theoretical and Applied Genetics* 97(5-6): 671-683
69. Howard N.P., van de Weg E., Bedford D.S., Peace C.P., Vanderzande S., Clark M.D., Teh S.L., Cai L., Luby J.J. (2017). Elucidation of the ‘Honeycrisp’ pedigree through haplotype analysis with a multi-family integrated SNP linkage map and a large apple (*Malus x domestica*) pedigree-connected SNP data set. *Horticulture Research* 4: 17003.
70. Howard N.P., Peace C., Silverstein K.A.T., Poets A., Luby J.J., Vanderzande S., Durel C.-E., Muranty H., Denancé C., van de Weg E. (2021). The use of shared haplotype length information for pedigree reconstruction in asexually propagated outbreeding crops, demonstrated for apple and sweet cherry. *Horticulture Research* 8:1 8: 1–13.
71. Illiano A., Pinto G., Carrera M.A., Palmese A., Di Novella R., Casoria P., Amoresano A. (2022). LC–ms/MS-based quantification method of polyphenols for valorization of ancient apple cultivars from Cilento. *ACS Food Science & Technology Journal* 2: 647–654.
72. Jombart T. (2008). adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers. *Bioinformatics* 24(11): 1403–1405.
73. Josifović M. (1967–1973). *Poljoprivredna enciklopedija*. Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.
74. Kajkut Zeljković M., Bosančić B., Đurić G., Flachowsky H., Garkava-Gustavsson L. (2021). Genetic diversity of pear germplasm in Bosnia and Herzegovina, as revealed by SSR markers. *Zemdirbyste-Agriculture* Vol 108, Issue 1: 71. doi: 10.13080/z-a.2021.108.010
75. Kalinowska M., Bielawska A., Lewandowska-Siwkiewicz H., Priebe W., Lewandowski W. (2014). Apples: Content of phenolic compounds vs. variety, part of apple and cultivation

- model, extraction of phenolic compounds, biological properties. *Plant Physiology and Biochemistry* 84: 169–188.
76. Kalvane G., Gribuste Z., Kalvans A. (2021). Full flowering phenology of apple tree (*Malus domestica*) in Pūre orchard, Latvia from 1959 to 2019. *Advances in Science and Research* 18: 93–97. doi.org/10.5194/asr-18-93-2021
 77. Kanlić K., Kalamujić-Stroil B., Grahić J., Asdal Å., Meland M., Kurtović M., Gaši F. (2016). Influence of selection pressure on the frequency of triploid genotypes among different traditional apple germplasms. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences Univ. Sarajevo* 66: 287–290.
 78. Karatas N. (2022). Morphological, sensory and biochemical characteristics of summer apple genotypes. *Brazilian Journal of Biology* 82: 1–10.
 79. Kaya T., Balta F., Şensoy S. (2015). Fruit quality parameters and molecular analysis of Apple Germplasm Resources from Van Lake Basin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 39: 864–875.
 80. Kiernan H. (2024). Oxidation rates of apple slices under different pH conditions. *Eukaryon, Lake Forest College Vol.* 20.
 81. Kiraly I., Redeczki R., Erdelyi E., Toth M. (2012). Morphological and Molecular (SSR) Analysis of Old Apple Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 40, issue 1: 269 – 275. doi: 10.15835/nbha4017682
 82. Kišpatić M. (1884 – 1889). *Iz bilinskog svieta: prirodopisne i kulturne crtice*. Matica hrvatska, Zagreb.
 83. Konjić A., Kurtović M., Grahić J., Pojskić N., Kalajdžić A., Gaši F. (2023). Using High-Density SNP Array to Investigate Genetic Relationships and Structure of Apple Germplasm in Bosnia and Herzegovina. *Horticulturae* 9: 527. https://doi.org/10.3390/horticulturae9050527
 84. Konjić A., Uzunović M., Gaši F., Grahić J., Kanlić K., Bogunić F., Howard N.P. (2024). axiomFP.py: A Software for Ploidy and Call Quality Assessment of Axiom SNP Array Data. [Journal Name], submitted.
 85. Korban S.S., Wannarat W., Rayburn C.M., Tatum T.C., Rayburn A.L. (2009). Genome Size and Nucleotypic Variation in *Malus* Germplasm. *Genome* 52: 148–155.
 86. Krogstad T., Zivanovic V., Simic A., Aksic M. F., Licina V., Meland, M. (2023). Nitrogen Mineralization of Apple Orchard Soils in Regions of Western and South-Eastern Norway. *Agronomy* 13(10): 2570. https://doi.org/10.3390/agronomy13102570

87. Kumar S., Deng C. H., Molloy C., Kirk C., Plunkett B., Lin-Wang K., Allan A., Espley R. (2022). Extreme-phenotype GWAS unravels a complex nexus between apple (*Malus domestica*) red-flesh colour and internal flesh browning. *Fruit Research* 2(1): 1–14. <https://doi.org/10.48130/frures-2022-0012>
88. Larsen B., Gardner K., Pedersen C., Ørgaard M., Migicovsky Z., Myles S., Toldam-Andersen T.B. (2018). Population structure, relatedness and ploidy levels in an apple gene bank revealed through genotyping-by-sequencing. *PLoS ONE* 13: e0201889.
89. Lassois L., Denancé C., Ravon E., Guyader A., Guisnel, R., Hibrand-Saint-Oyant L., Poncet C., Lasserre-Zuber P., Feugey L., Durel C.E. (2016). Genetic diversity, population structure, parentage analysis, and construction of core collections in the French apple germplasm based on SSR markers. *Plant Molecular Biology Reporter* 34: 827–844.
90. Lateur M., Dapena E., Szalatnay D., Gantar M.E., Guyader A., Hjalmarsson I., Höfer M., Ikase L., Kellerhals M., Lacis G., Militaru M., Miranda Jiménez C., Osterc G., Rey J-B., Rondia A., Volens K., Zeljković M.K., Ordidge M. (2022). European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, Characterization and Evaluation Descriptors for Apple Genetic Resources Apple (*Malus domestica*).
91. Lauri P. E., Lespinasse J. M. (1993). The relationship between cultivar fruiting type and fruiting branch characteristic in apple trees. *Acta Horticulturae* 349: 259-263.
92. Liang W., Dondini L., De Franceschi P., Paris R., Sansavini S., Tartarini S. (2015). Genetic diversity, population structure and construction of a core collection of apple cultivars from Italian germplasm. *Plant Molecular Biology Reporter* 33: 458–473.
93. Liber Z., Vuletin Selak G., Radunić M., Šatović Z., Miazzi M.M., Baruca Arbeiter A., Bandelj D., Tadić J., Raboteg Božiković M., Jukić Špika M., Žanić K., Klepo T., Glavinović V., Perica S. (2022). Genetic diversity of olives in Croatia, International Conference on Biodiversity and Molecular Plant Breeding, Programme and Book of Abstracts, Novigrad, Hrvatska str. 3-3.
94. Liebhart R., Gianfranceschi L., Koller B., Ryder C. D., Tarchini R., Weg E., van de Gessler C., (2002). Development and characterization of 140 new microsatellites in apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Molecular Breeding* 10(4): 217-241
95. Ligges U., Mächler M. (2003). Scatterplot3d - an R package for visualizing multivariate data. *Journal of Statistical Software* 8(11): 1-20.
96. Lin-Wang K., Micheletti D., Palmer J., Volz R., Lozano L., Espley R., Hellens R.P., Chagne D., Rowan D.D., Troggio M. (2011). High temperature reduces apple fruit colour

- via modulation of the anthocyanin regulatory complex. *Plant, Cell & Environment* 34: 1176–1190.
97. Lončarić A., Skendrović Babojelić M., Kovač T., Šarkanj B. (2019). Pomological properties and polyphenol content of conventional and traditional apple cultivars from Croatia. *Food in Health and Disease, scientific-professional journal of nutrition and dietetics* 8 (1): 19-24.
 98. Lončarić A., Flanjak I., Kovač T., Tomac I., Skoko A.-M. G., Babojelić M. S., Fruk G., Zrinušić S. Z., Čiček D., Babić J., Jozinović A. (2023). Unveiling apple diversity: the quality of juice produced from old vs. commercial apple cultivars. *Plants* 12(21): 3733. doi.org/10.3390/plants12213733
 99. Luby J.J., Howard N.P., Tillman J.R., Bedford D.S. (2022). Extended pedigrees of apple cultivars from the University of Minnesota breeding program elucidated using SNP array markers. *HortScience* 57: 472–477. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16354-21>
 100. Lucas E. (1872). *Auswahl werthvoller Obstsorten nebst kurzer Angabe ihrer Merkmale und Cultur*. Druck und Verlag von Eugen Ulmer, Ravensburg.
 101. Marconi G., Ferradini N., Russi L., Concezzi L., Veronesi F., Albertini E. (2018). Genetic Characterization of the Apple Germplasm Collection in Central Italy: The Value of Local Varieties. *Frontiers in Plant Science* 9: 1460.
 102. Mažeikienė I., Šikšnienienė J.B., Baniulis D., Gelvonauskienė D., Frercks B., Starkus A., Žebrauskienė A., Stanys V. (2019). SSR analysis based on molecular characterisation of apple germplasm in Lithuania. *Zemdirbyste* 106(2): 159–166.
 103. Meland M., Aksic M.F., Frøynes O., Konjic A., Lasic L., Pojskic N., Gasi F. (2022). Genetic Identity and Diversity of Apple Accessions within a Candidate Collection for the Norwegian National Clonal Germplasm Repository. *Horticulturae* 8(7): 630.
 104. Meland M., Frøynes O., Kviklys D., Zagorac D. D., Akšić M. F. (2024). Pomological, organoleptic, and biochemical values of Norwegian heritage apple cultivars. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* 74(1). <https://doi.org/10.1080/09064710.2024.2366180>
 105. Mertoğlu K., Akkurt E., Evrenosoğlu Y., Çolak A.M., Esatbeyoglu T. (2022). Horticultural Characteristics of Summer Apple Cultivars from Turkey. *Plants* 11(6): 771. <https://doi.org/10.3390/plants11060771>
 106. Mierczak K., Garus-Pakowska A. (2024). An overview of apple varieties and the importance of apple consumption in the prevention of non-communicable diseases—A narrative review. *Nutrients* 16: 3307.

107. Milinović B., Vujević P., Halapija Kazija D., Jelačić T., Čiček D., Biško A. (2017). Produktivnost i kvaliteta ploda tradicionalnih sorti jabuka u intenzivnim sustavima uzgoja. *Pomologia Croatica* : Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, Vol. 21: 3 – 4. doi.org/10.33128/pc.21.3-4.3.
108. Milošević T. (1997). Specijalno voćarstvo. Čačak: Agronomski fakultet, Beograd: Zajednica za voće i povrće.
109. Miljković I. (2017). Povijest hrvatskog voćarstva. Hrvatska voćarska zajednica, Zagreb.
110. Miljković I. (2021). Jabuka. Vlastita naklada, Zagreb.
111. Mišić P. (2004). Jabuka. Nolit, Beograd.
112. Morariu P.A., Mureşan A.E., Sestras A.F., Tanislav A.E., Dan, C., Mareş E., Militaru M., Mureşan V., Sestras R.E. (2025). A Comprehensive Morphological, Biochemical, and Sensory Study of Traditional and Modern Apple Cultivars. *Horticulturae* 11(3): 264. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11030264>
113. Muranty H., Denancé C., Feugey L., Crépin J. L., Barbier Y., Tartarini S., Ordidge M., Troggio M., Lateur M., Nybom H., Paprstein F., Laurens, F., Durel C.E. (2020). Using whole-genome SNP data to reconstruct a large multi-generation pedigree in apple germplasm. *BMC Plant Biology* 20(1): 2.
114. Murdoch D., Adler D. (2021). Rgl: 3D Visualization using openGL. R package version 0.108.3, <https://CRAN.R-project.org/package=rgl>. (Pristupljeno: 4. 4. 2024).
115. Musacchi S., Serra S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234: 409-430. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057>
116. Muzher B. M., Younis R.A.A., EL-Halabi O., Ismail O.M. (2007). Genetic identification of some Syrian local apple (*Malus* sp.) cultivars using molecular markers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6): 704-713.
117. Nei M., Li W.-H. (1979). Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 76: 5269-5273.
118. Nour V., Trandafir I., Ionica M.E. (2010). Compositional characteristics of fruits of several apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 38, no. 3: pp. 228-233. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha3834762>.
119. Nybom H., Weising K. (2010). DNA-Based Identification of Clonally Propagated Cultivars. In *Plant Breeding Reviews*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA 34: 221–295.
120. Oksanen J., Guillaume Blanchet F., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Szoecs E.,

- Wagner H. (2020). Vegan: Community ecology package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
121. Panzella L., Petriccione M., Rega P., Scortichini M., Napolitano A. (2013). A reappraisal of traditional apple cultivars from southern Italy as a rich source of phenols with superior antioxidant activity. *Food Chemistry* 140: 672–679.
 122. Pejić I., Šatović Z. (2022). Molekularno oplemenjivanje bilja. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
 123. Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrer A.M., Díaz-Hernández M.B. (2007). Evaluation of genetic identity and variation of local apple cultivars (*Malus x domestica* Borkh.) from Spain using microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 405–420.
 124. Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrer A.M., González-Díaz A.J., Díaz-Hernández M.B. (2008). Genetic assessment of local apple cultivars from La Palma, Spain, using simple sequence repeats (SSRs). *Scientia Horticulturae* 117(2): 160–166.
 125. Pereira-Lorenzo S., Ramos-Cabrer A.M., Ferreira V., Díaz-Hernández M.B., Carnide V., Pinto-Carnide O., Rodrigues R., Velázquez Barrera M.E., Rios-Mesa D., Ascasíbar-Errasti J., (2018). Genetic diversity and core collection of *Malus x domestica* in northwestern Spain, Portugal and the Canary Islands by SSRs. *Scientia Horticulturae* 240: 49–56.
 126. Perez-Romero L.F., Suarez, M.P., Dapena, E., Rallo, P. (2015). Molecular and morphological characterization of local apple cultivars in southern Spain. *Genetics and Molecular Research* 14(1), 1487–1501. doi: <https://doi.org/10.4238/2015>
 127. Poljuha D., Kralj I., Krapac M., Klepo T., Strikić F., Radunić M., Benčić Đ., Marinović Peričević M., Žeravica D.I., Car M. (2018). Genetic biodiversity of Croatian olives (*Olea europaea* L.) analyzed by SSR markers: A step toward the sustainable management of national genetic resources. Book of Abstracts 4th Congress of Croatian Geneticists with International Participation, Krk, Croatia, 26.-29. 9. 2018; Croatian Genetic Society: Zagreb, Croatia, , 59-59
 128. Poljuha D., Kralj I., Krapac M., Klepo T., Radunić M., Strikić F., Weber T., Ercisli S., Baruca Arbeiter A., Hladnik M. (2021). Analysis of genetic diversity in Croatian fig (*Ficus carica* L.) germplasm using SSR markers. *Acta Horticulturae* 1310: 35-40. doi: 10.17660/ActaHortic.2021.1310.6
 129. Prange R.K., Meheriuk M., Lougheed E.C. Lidster P.D. (1993). Harvest and storage. In: C.G. EMBREE, ed. Producing apples in eastern and central Canada. Ottawa: Agriculture Canada, pp. 64-69. no. 1899/E.

130. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945–959.
131. Purcell S., Neale B., Todd-Brown K., Thomas L.; Ferreira M.A.R., Bender D., Maller J., Sklar P., de Bakker P.I.W., Daly M.J. (2007). PLINK: A toolset for whole-genome association and population-based linkage analysis. *The American Journal of Human Genetics* 81: 559–575.
132. R Core Team. R Core: Integrated Development for R; R Core, PBC: Boston, MA, USA, 2020; Available online: <http://www.rstudio.com/> (Pristupljeno: 12. 5. 2022).
133. Radić I. (1898). Voćarstvo / po najboljim vrelima i po vlastitom izkustvu. Vlastita naklada. Tisak Gustava Neuberga, Križevci.
134. Radić I. (1905). Voće i njegova upotreba. Tisak C. Albrechta (Maravić i Dečak), Zagreb.
135. Ramasamy R.K., Ramasamy S., Bindroo (2014). STRUCTURE PLOT: a program for drawing elegant STRUCTURE bar plots in user friendly interface. *SpringerPlus* 3: 431. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-431>
136. Reig G., Blanco Á., Castillo A.M., Gogorcena Y., Moreno M.Á. (2015). Phenotypic diversity of Spanish apple (*Malus × domestica* Borkh) accessions grown at the vulnerable climatic conditions of the Ebro Valley, Spain. *Scientia Horticulturae* 185: 200-210.
137. Salkić B., Jovović Z., Salkić E., Salkić A. (2017). Pomological characteristics of the most represented autochthonous apple cultivars from the area of Northeast Bosnia. *Technologica Acta* 10 (2): 29-33.
138. SAS Institute (2022). SAS Studio 3.81 System Requirements Cary, NC, USA
139. Siekierzyńska A., Piasecka-Kwiatkowska D., Myszka A., Burzyńska M., Sozanska B., Sozanski T. (2021). Apple allergy: Causes and factors influencing fruits allergenic properties-Review. *Clinical and Translational Allergy* 11: e12032.
140. Silfverberg-Dilworth E., Matasci C. L., Van de Weg W. E., Van Kaauwen M. P. W., Walser M., Kodde L. P., Soglio V., Gianfranceschi L., Durel C. E., Costa F., Yamamoto T., Koller B., Gessler C., Patocchi A. (2006). Microsatellite markers spanning the apple (*Malus x domestica* Borkh.) genome. *Tree Genetics & Genomes* 2(4): 202-224
141. Skendrović Babojelić M., Ivančić K., Družić J., Kovač A., Voća S. (2007). Chemical and Sensory Characteristics of Three Apple Cultivars (*Malus x domestica* Borkh.). *Agriculturae Conspectus Scientificus* Vol. 72 No. 4: 317-322.
142. Skendrović Babojelić M., Korent P., Šindrak Z., Jemrić T. (2014). Pomological properties and fruit quality of traditional apple varieties. *Bulletin of plant protection* 37 (3): 20-27.

143. Skendrović Babojelić M., Fruk G. (2016). Priručnik iz voćarstva Građa, svojstva i analize voćnih plodova, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb.
144. Skendrović Babojelić M., Keškić J., Vuković D., Tomaš V., Mihaljević I., Šic Žlabur J., Antolković A., Silovski Ž. (2019). Utjecaj reflektirajuće folije na fizikalno-kemijska svojstva plodova jabuke 'Wilton's ®Red Jonaprince' // Pomologia Croatica: glasilo Hrvatskog agronomskog društva 23, 1-2: 25-40. doi: 10.33128/pc.23.1-2.3
145. Skendrović Babojelić M. (2023). Očuvanje i revitalizacija tradicionalnih voćnih vrsta i sorti, Koprivničko-križevačka i Zagrebačka županija. Novi val d.o.o., Zagreb.
146. Skytte af Sättra J., Troggio M., Odilbekov F., Sehic J., Mattisson H., Hjalmarsson I., Ingvarsson P.K., Garkava-Gustavsson L. (2020). Genetic Status of the Swedish Central collection of heirloom apple cultivars. *Scientia Horticulturae* 272: 109599.
147. Sturm K., Hudina M., Solar A., Virscek Marn M., Stampar F. (2003). Fruit Quality of Different 'Gala' Clones. *European Journal of Horticultural Science* 68 (4): 169–175.
148. Suad S., Bhattaraia N., Atreyab P. N., Dhakalc S., Boharad A. K. (2024). Study of phenological growth stages of six different cultivars of apple (*Malus* spp) in Mustang, Nepal. *Plant Physiology and Soil Chemistry* 4(1): 60-63.
149. Šatović Z., Grdiša M., Jeran N., Varga F. (2023). Očuvanje biljnih genetskih izvora. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
150. Šugar I. (2008). Hrvatski biljni imenoslov. Matica hrvatska, Zagreb.
151. Šulek B. (1879). Jugoslavenski imenik bilja. JAZU, Zagreb.
152. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. (2013). MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725–2729.
153. Testolin R., Foria S., Baccichet I., Messina R., Danuso F., Losa A., Scarbolo E., Stocco M., Cipriani G. (2019). Genotyping Apple (*Malus x domestica* Borkh.) heirloom germplasm collected and maintained by the Regional Administration of friuli Venezia Giulia (Italy). *Scientia Horticulturae* 252: 229–237.
154. Thioulouse J., Dray S., Dufour A., Siberchicot A., Jombart T., Pavoine S. (2018). Multivariate analysis of ecological data with ade4. Springer doi: 10.1007/978-1-4939-8850-1 (URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8850-1>).
155. Tomić L., Ninić P., Cvetković M. (2011). Proučavanje svojstava ploda autohtonih sorti jabuke na području zapadne Bosne. XVI Savjetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, štampano u Zborniku radova 16(18): 353-358.

156. Trumer A. (1881). Voćarstvo. Kr. zem. vlada, Odjel za unutarnje poslove, (LJ. Gaj (Podružnica C. Albrecht)), Zagreb.
157. UPOV (International union for the production of new varieties of plants) (2005). Apple (*Malus domestica* Borkh.) Guidelines for the Conduct of Test for Distinctness, Uniformity and Stability. International Union Production New Varieties Plants, Geneva
158. Urrestarazu J., Miranda C., Santesteban L. G., Royo J. B. (2012). Genetic diversity and structure of local apple cultivars from Northeastern Spain assessed by microsatellite markers. *Tree Genetics & Genomes* 8(6): 1163–1180.
159. Urrestarazu J., Denancé C., Ravon E., Guyader A., Guisnel R., Feugey L., Poncet C., Lateur M., Houben P., Ordidge M., Fernandez-Fernandez F., Evans K. M., Paprstein F., Sedlak J., Nybom H., Garkava-Gustavsson L., Miranda C., Gassmann J., Kellerhals M., Suprun I., Pikunova A.V., Krasova N.G., Torutaeva E., Dondini L., Tartarini S., Laurens F., Durel C. E. (2016). Analysis of the genetic diversity and structure across a wide range of germplasm reveals prominent gene flow in apple at the European level. *BMC Plant Biology* 16(1): 130.
160. Urrestarazu J., Muranty H., Denancé C., Leforestier D., Ravon E., Guyader A., Guisnel R., Feugey L., Aubourg S., Celton J.-M. (2017). Genome-Wide Association Mapping of Flowering and Ripening Periods in Apple. *Frontiers in Plant Science* 8: 1923.
161. Vajs N. (2003). Hrvatska povijesna fitonimija. Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje, Zagreb.
162. Valero D., Serrano M. (2013). Growth and ripening stage at harvest modulates postharvest quality and bioactive compounds with antioxidant activity. *Stewart Postharvest Review* 3: 5.
163. van Treuren R., Kemp H., Ernsting G., Jongejans B., Houtman H., Visser L. (2010). Microsatellite genotyping of apple (*Malus × domestica* Borkh.) genetic resources in the Netherlands: application in collection management and variety identification. *Genetic Resources and Crop Evolution* 57(6): 853–865.
164. Venison E. P., Litthauer S., Laws P., Denancé C., Fernández-Fernández F., Durel C. E., Ordidge, M. (2022). Microsatellite markers as a tool for active germplasm management and bridging the gap between national and local collections of apple. *Genetic Resources and Crop Evolution* 69(5): 1817-1832.
165. Vinković T., Lisjak M., Ravlić J., Teklić T., Rebekić A., Jelačić T., Vujević P., Budinščak Ž. (2023). *Appleresist Vodič za prilagodbu sortimenta jabuke klimatskim promjenama u*

proizvodnom području kontinentalne Hrvatske. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Osijek.

166. Vitolović V. (1949), Specijalno voćarstvo. Poljoprivredno izdavačko preduzeće, Beograd.
167. Volk G.M., Bramel P. (2021). Apple Genetic Resources: Diversity and Conservation. In The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes, 1st ed.; Korban, S.S., Ed.; Springer Nature: Cham, Switzerland 33–45.
168. Vrtodušić R., Skendrović Babojelić M. (2022). Pomological and physicochemical properties of traditional pear cultivars in Karlovac County, Croatia // *Notulae botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 50 4: 12878, 11. doi: 10.15835/nbha50312878
169. Wang J., Qingliang C., Hongbo L., Yaping L. (2016). Mechanical properties and microstructure of apple peels during storage. *International Journal of Food Properties*, 20(5): 1159–1173. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1203934>
170. Weir B.S., Cockerham C.C. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38 (6): 1358–1370. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1984.tb05657.x>
171. Westwood M.N. (1995). Temperate zone pomology, physiology and culture, Third edition. Timber Press, Portland, Oregon 28 – 47: 382 – 419.
172. You Q., Yang X., Peng Z., Xu L., Wang J. (2018). Development and Applications of a High Throughput Genotyping Tool for Poly-ploid Crops: Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Array. *Frontiers in Plant Science* 9: 104.
173. Zhang B., Han Y. (2021). Genomics of Fruit Acidity and Sugar Content in Apple. In The Apple Genome. Compendium of Plant Genomes, 1st ed.; Korban, S.S., Ed.; Springer Nature: Cham, Switzerland 297–309.
174. Zhang M., Yin Y., Li Y., Jiang Y., Hu X., Yi J. (2023). Chemometric Classification of Apple Cultivars Based on Physicochemical Properties: Raw Material Selection for Processing Applications. *Foods*, 12(16): 3095. <https://doi.org/10.3390/foods12163095>
175. Zovko M., Vego D., Zovko M. (2010). Pomological properties of autochthonous cultivars in the area Žepče. *Glasnik Zaštite Bilja* 33: 54–74.

8. ŽIVOTOPIS AUTORA

Danijel Čiček, dipl. ing. agr. rođen je 1979. u Zagrebu. Diplomirao je 2008. na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu smjer voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo obranivši diplomski rad naslova: „Usporedba pretpostavljenih sinonima sorata jabuke Slavonska srčika, Srčika, Zeleni šetincec i Zelenika“. Od 2010. zaposlen je u Centru za voćarstvo i povrćarstvo, Hrvatske agencije za poljoprivredu i hranu. Trenutno radi na radnom mjestu Voditelja ustrojstvene jedinice 2, Odjel-pokušališta za voćarstvo. Aktivno je sudjelovao kao autor ili koautor s cjelovitim radovima ili njihovim sažecima na međunarodnim i nacionalnim znanstvenim i stručnim skupovima. Sudjelovao je kao suradnik na VIP projektu Ministarstva poljoprivrede: *Nove tehnologije uzgoja starih sorti jabuka u održivom sustavu proizvodnje* (HCPHS, Zavod za voćarstvo i Grad Sveti Ivan Zelina). Od 2013. sudjeluje u *Nacionalnom programu očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u Republici Hrvatskoj* u koji je uključen HAPIH, Centar za voćarstvo i povrćarstvo, te sudjeluje u radu Radne skupine Voće Podskupine Kontinentalno voće pri Ministarstvu poljoprivrede u svojstvu zamjenika voditelja Podskupine. U Centru je zadužen za sve poslove vezane uz formiranje Nacionalne banke biljnih gena. Od 2006. sudjeluje u organizaciji manifestacije „Dani jabuka“ u Velikoj Gorici i organizaciji Županijskog ocjenjivanja jabuka. Od 2015. sudjeluje u organizaciji znanstveno - stručnih savjetovanja hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem u svojstvu tajništva te uređivačkog i organizacijskog odbora, u organizaciji Hrvatske voćarske zajednice. Dobitnik je Dekanove nagrade za najbolji studentski rad u akademskoj godini 2006./2007. naslova „Partenokarpija kod krušaka“.

Objavio je ukupno tri a1 rada, od čega je na jednom glavni autor i pet a2 radova od kojih je na jednom glavni autor. Koautor je dvije monografije i jednog priručnika, te autor i koautor 29 sažetaka, vezanih uz tematiku jabuke, objavljenih u zbornicima sažetaka domaćih i međunarodnih skupova.

Popis objavljenih radova:

a1

1. Čiček D., Konjić A., Skendrović Babojelić M., Vujević P., Šimon S., Gaši F. (2025). Genetic Uniqueness and Pomological Diversity Among the Apple Accessions Maintained Within the Croatian National Clonal Germplasm Repository // *Agronomy* 15: 113. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010113>
2. Lončarić A., Flanjak I., Kovač T., Tomac I., Gotal Skoko A., Skendrović Babojelić M., Fruk G., Zec Zrinušić S., Čiček D., Babić J., Jozinović A. (2023). Unveiling Apple Diversity: The Quality of Juice Produced from Old vs. Commercial Apple Cultivars // *Plants* 12: 3733. <https://doi.org/10.3390/plants12213733>
3. Halapija Kazija D., Jelačić T., Vujević P., Milinović B., Čiček D., Biško A., Pejić I., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Pecina Marija. (2014). Plum germplasm in Croatia and neighboring countries assessed by microsatellites and DUS descriptors. // *Tree genetics & genomes* 10, 3: 761-778 doi:10.1007/s11295-014-0721-5

a2

1. Čiček D., Vujević P., Jelačić T., Skendrović Babojelić M. (2024). Problematika uporabe sinonima na primjeru sorte jabuke 'Slavonska Srčika' // *Pomologia Croatica: glasilo Hrvatskog agronomskog društva* Vol. 28 No. 1-4: 21-33. <https://doi.org/10.33128/pc.28.1-4.2>

2. Milinović B., Vujević P., Halapija Kazija D., Jelačić T., Čiček D., Biško A. (2018). Produktivnost i kvaliteta ploda tradicionalnih sorti jabuka u intenzivnim sustavima uzgoja. // Pomologia Croatica : glasilo Hrvatskog agronomskog društva Vol. 21 No. 3-4: 3-12.
3. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P. (2013). Fenološka, pomološka i fizikalna svojstva 13 sorti višnje (*Prunus cerasus* L.) posađenih u D. Zelini – preliminarni rezultati. // Pomologia Croatica 18, 1/4: 53-64.
4. Jemrić T., Fruk G., Čiček D., Skendrović Babojelić M., Šindrak Z. (2012). Preliminary results of fruit quality of eight Croatian local apple cultivars. // Agriculturae Conspectus Scientificus 77, 4: 223-226.
5. Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D., Vujević P., Čmelik Z. (2012). The Effect of Weather Conditions on Fruit Skin Colour Development and Pomological Characteristics of Four Apricot Cultivars Planted in Donja Zelina. // ACS. Agriculturae conspectus scintificus 77, 4: 191-197.

Popis objavljenih monografija i priručnika:

1. Vujević P., Milinović B., Halapija Kazija D., Jelačić T., Čiček D., Biško A. (2018). Nove tehnologije uzgoja starih sorti u održivom sustavu proizvodnje, Priručnik o rezultatima VIP projekta. Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb. (priručnik)
2. Cvetković M., Tomić L., Botu M. Gjamovski V., Jemrić T., Lazović B., Ognjanov V., Pintea M., Sevo R., Achim G., Bozovic Dj., Bucarciuk V., Carka F., Čiček D., Fruk G., Jačimović V., Kiprijanovski M., Hjalmarsson I. (2012). Balkan Pomology: Apples. Alnarp : Exactaprinting AB, 226.
3. Vujević P., Milinović B., Jelačić T., Halapija Kazija D., Čiček D. (2011). Sorte voćnih vrsta 2011: jabuka, kruška - Pokušalište Donja Zelina, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb, 108.

9. PRILOZI

Prilog 3. Popis svih analiziranih sorti

Br.	Primka	Br.	Primka
1	'Topaz'	91	'Braeburn'
2	'Blatnjača'	92	'Funtača'
3	'Jakobovka'	93	'Irmgard'
4	'Dulibe velika'	94	'Zelenika'
5	'Stara šara'	95	'Božicnica A'
6	'Bjeličnik'	96	'Ontario'
7	'Petrovača žuta'	97	'Slava svijeta'
8	'Slavonska srčika-Milić'	98	'Kablarka'
9	'Zeleni šetince'	99	'Pisanika ranka'
10	'Srčika 1'	100	'Ječmenika 123'
11	'Srčika 2'	101	'Kraljevača'
12	'Slavonska srčika 1 Veić'	102	'Harbertova reneta'
13	'London peping 1'	103	'Red Melba'
14	'Rebrača Brinje'	104	'James Grieve'
15	'Peasgood'	105	'Staymared'
16	'Jesenska žuta 103'	106	'Grofova'
17	'Budimka'	107	'Vrtna'
18	'Šarlamovski'	108	'Žuta Brinje'
19	'Winston'	109	'Bijela zimska rebrača'
20	'Parkerov peping'	110	'Jonagold'
21	'Cox's Orange'	111	'Golden Delicious'
22	'Siva jesenska reneta'	112	'Red Delicious'
23	'Bijela zimska rebrača 1'	113	'Fuji'
24	'Svijetla musulja'	114	'Grinštantin'
25	'Bijela zimska rebrača 2'	115	'Zelenika 77'
26	'Mantet'	116	'Car Aleksandar'
27	'Ječmenika 151'	117	'Kardinal'
28	'Bisera'	118	'Meglena'
29	'Muškatnica'	119	'Dugata'
30	'Kamenica'	120	'Željeznjača'
31	'Grafenštajn'	121	'Majdofija'
32	'Kraljevčica kasna'	122	'Zelenika 35'
33	'Gospojinka A'	123	'Zelenika 109'
34	'Lovrenčovka'	124	'Krupnara'
35	'Francuska kožara'	125	'Klanferica'
36	'Crvena kožara'	126	'Sladka'
37	'Slatka srčika'	127	'Senabija'
38	'Slavonska srčika'	128	'Slačica'
39	'Crveni Boskop'	129	'Bihorka'
40	'Mašanka'	130	'Križara'
41	'Žrnovnička jabuka'	131	'Ivanlija'
42	'Šampanjka A'	132	'Žuta zimska'
43	'Šampanjka B'	133	'Tvrđika'
44	'Kanada A'	134	'Galetina'
45	'Kanada B'	135	'Kristalka'

Br.	Primka	Br.	Primka
46	'Slovenka'	136	'Crvena ribnjača'
47	'Carević Rudolf'	137	'Florianer rosmarin'
48	'Malinovača'	138	'London peping'
49	'Crvena djevojačka'	139	'Božićnica B'
50	'Turkova'	140	'Šiljika'
51	'Bijela ribnjača'	141	'Adamovka petrovka'
52	'Baumanova reneta'	142	'Jesenska žuta 133'
53	'Šarulja'	143	'Rajska'
54	'Krvavka'	144	'Prinčevka'
55	'Mirišljava Budići'	145	'Slavonska srčika-Podravina'
56	'Crvenka'	146	'Slavonska srčika-Karolina'
57	'Jonatan'	147	'Carevka'
58	'Crvena zimsko'	148	'Orahovačka'
59	'Crvena caklenka'	149	'Adamčica'
60	'Imperica'	150	'Cigančica'
61	'Idared'	151	'Klopčenka'
62	'Slična Božićnici'	152	'Bijela repica'
63	'Starkova'	153	'Prijedorska zelenika'
64	'Starkova najranija'	154	'Jaje'
65	'Gospojinka B'	155	'Dogaja'
66	'Žuta jesenska115'	156	'Duplokorka'
67	'Carska reneta'	157	'Hrapavka rana'
68	'Krivopeteljka'	158	'Čelenika ljetna'
69	'Bobovec'	159	'Hrapava zvonasta'
70	'Div jabuka'	160	'Dulibarka'
71	'Mađarica'	161	'Muškotelka'
72	'Lijepocvjetka'	162	'Špička'
73	'Prsnika'	163	'Brtavka'
74	'Lojzendorf'	164	'Bužlovka'
75	'Lubeničarka'	165	'Železnica'
76	'Harbertova reneta 1'	166	'Rožnik'
77	'Kasler reneta'	167	'Rožmarinka'
78	'Crveni Astrahan'	168	'Ljetni mošancelj'
79	'Damasonska reneta'	169	'Ferdekelca'
80	'Lopatičanka'	170	'Golubica'
81	'Prinčeva'	171	'Čebulka'
82	'Zuccalmaglio reneta'	172	'Virginska ružica'
83	'Zvonolika'	173	'Wagener'
84	'Ljetni špincl'	174	'Lesans kalvil'
85	'Cox's Orange'	175	'Trijerska vinovača'
86	'Umačka'	176	'Bojkova'
87	'Pinova'	177	'Crvena škrbotavka'
88	'Summerred'	178	'Zvezdasta reneta'
89	'Royal Gala'	179	'Dolenjska voščenka'
90	'Elstar'	180	'Paradoks'

Prilog 2. Popis jedinstvenih tradicionalnih genotipova i potvrđenih sorti

Br.	Primka	Rezultat	Br.	Primka	Rezultat
1	'Topaz'	Potvrđeni genotip	67	'Car Aleksandar'	Jedinstveni genotip
2	'Jakobovka'	Potvrđeni genotip	68	'Meglena'	Jedinstveni genotip
3	'Bjeličnik'	Potvrđeni genotip	69	'Željeznjača'	Jedinstveni genotip
4	'Slavonska srčika-Milić'	Potvrđeni genotip	70	'Zelenika 35'	Jedinstveni genotip
5	'London peping 1'	Potvrđeni genotip	71	'Klanferica'	Jedinstveni genotip
6	'Peasgood'	Potvrđeni genotip	72	'Senabija'	Jedinstveni genotip
7	'Budimka'	Potvrđeni genotip	73	'Slačica'	Jedinstveni genotip
8	'Winston'	Potvrđeni genotip	74	'Bihorka'	Jedinstveni genotip
9	'Mantet'	Potvrđeni genotip	75	'Križara'	Jedinstveni genotip
10	'Muškatnica'	Potvrđeni genotip	76	'Ivanlija'	Jedinstveni genotip
11	'Grafenštajn'	Potvrđeni genotip	77	'Žuta zimska'	Jedinstveni genotip
12	'Francuska kožara'	Potvrđeni genotip	78	'Tvrđika'	Jedinstveni genotip
13	'Mašanka'	Potvrđeni genotip	79	'Galetina'	Jedinstveni genotip
14	'Šampanjka A'	Potvrđeni genotip	80	'Kristalka'	Jedinstveni genotip
15	'Kanada A'	Potvrđeni genotip	81	'Crvena ribnjača'	Jedinstveni genotip
16	'Slovenka'	Potvrđeni genotip	82	'Florianer rosmarin'	Jedinstveni genotip
17	'Malinovača'	Potvrđeni genotip	83	'London peping'	Jedinstveni genotip
18	'Turkova'	Potvrđeni genotip	84	'Božićnica B'	Jedinstveni genotip
19	'Baumanova reneta'	Potvrđeni genotip	85	'Šiljika'	Jedinstveni genotip
20	'Krvavka'	Potvrđeni genotip	86	'Adamovka petrovka'	Jedinstveni genotip
21	'Jonatan'	Potvrđeni genotip	87	'Jesenska žuta 133'	Jedinstveni genotip
22	'Idared'	Potvrđeni genotip	88	'Rajska'	Jedinstveni genotip
23	'Starkova'	Potvrđeni genotip	89	'Prinčevka'	Jedinstveni genotip

Br.	Primka	Rezultat	Br.	Primka	Rezultat
24	'Gospojinka B'	Potvrđeni genotip	90	'Slavonska srčika-Podravina'	Jedinstveni genotip
25	'Krivopeteljka'	Potvrđeni genotip	91	'Slavonska srčika-Karolina'	Jedinstveni genotip
26	'Div jabuka'	Potvrđeni genotip	92	'Carevka'	Jedinstveni genotip
27	'Lijepocvjetka'	Potvrđeni genotip	93	'Orahovačka'	Jedinstveni genotip
28	'Lojzendorf'	Potvrđeni genotip	94	'Adamčica'	Jedinstveni genotip
29	'Harbertova reneta 1'	Potvrđeni genotip	95	'Cigančica'	Jedinstveni genotip
30	'Crveni Astrahan'	Potvrđeni genotip	96	'Klopčenka'	Jedinstveni genotip
31	'Damasonska reneta'	Potvrđeni genotip	97	'Bijela repica'	Jedinstveni genotip
32	'Lopatičanka'	Potvrđeni genotip	98	'Prijedorska zelenika'	Jedinstveni genotip
33	'Prinčeva'	Potvrđeni genotip	99	'Jaje'	Jedinstveni genotip
34	'Zuccalmaglio reneta'	Potvrđeni genotip	100	'Dogaja'	Jedinstveni genotip
35	'Zvonolika'	Potvrđeni genotip	101	'Duplokorka'	Jedinstveni genotip
36	'Ljetni špincl'	Potvrđeni genotip	102	'Hrapavka rana'	Jedinstveni genotip
37	'Cox's Orange 1'	Potvrđeni genotip	103	'Čelenika ljetna'	Jedinstveni genotip
38	'Umačka'	Potvrđeni genotip	104	'Hrapava zvonasta'	Jedinstveni genotip
39	'Pinova'	Potvrđeni genotip	105	'Dulibarka'	Jedinstveni genotip
40	'Summerred'	Potvrđeni genotip	106	'Muškotelka'	Jedinstveni genotip
41	'Royal Gala'	Potvrđeni genotip	107	'Špička'	Jedinstveni genotip
42	'Elstar'	Potvrđeni genotip	108	'Brtavka'	Jedinstveni genotip
43	'Braeburn'	Potvrđeni genotip	109	'Bužlovka'	Jedinstveni genotip
44	'Funtača'	Potvrđeni genotip	110	'Železnica'	Jedinstveni genotip
45	'Irmgard'	Potvrđeni genotip	111	'Rožnik'	Jedinstveni genotip
46	'Zelenika'	Potvrđeni genotip	112	'Rožmarinka'	Jedinstveni genotip
47	'Božićnica A'	Potvrđeni genotip	113	'Ljetni mošancelj'	Jedinstveni genotip

Br.	Primka	Rezultat	Br.	Primka	Rezultat
48	'Ontario'	Potvrđeni genotip	114	'Ferdekelca'	Jedinstveni genotip
49	'Slava svijeta'	Potvrđeni genotip	115	'Golubica'	Jedinstveni genotip
50	'Kablarka'	Potvrđeni genotip	116	'Čebulka'	Jedinstveni genotip
51	'Pisanika ranka'	Potvrđeni genotip	117	'Virginska ružica'	Jedinstveni genotip
52	'Ječmenika 123'	Potvrđeni genotip	118	'Wagener'	Jedinstveni genotip
53	'Kraljevača'	Potvrđeni genotip	119	'Lesans kalvil'	Jedinstveni genotip
54	'Harbertova reneta'	Potvrđeni genotip	120	'Trijerska vinovača'	Jedinstveni genotip
55	'Red Melba'	Potvrđeni genotip	121	'Bojkova'	Jedinstveni genotip
56	'James Grieve'	Potvrđeni genotip	122	'Crvena škrbotavka'	Jedinstveni genotip
57	'Staymared'	Potvrđeni genotip	123	'Zvezdasta reneta'	Jedinstveni genotip
58	'Grofova'	Potvrđeni genotip	124	'Dolenjska vošćenka'	Jedinstveni genotip
59	'Vrtna'	Potvrđeni genotip	125	'Paradoks'	Jedinstveni genotip
60	'Žuta Brinje'	Potvrđeni genotip			
61	'Bijela zimska rebrača'	Potvrđeni genotip			
62	'Jonagold'	Potvrđeni genotip			
63	'Golden Delicious'	Potvrđeni genotip			
64	'Red Delicious'	Potvrđeni genotip			
65	'Fuji'	Potvrđeni genotip			
66	'Grinštantin'	Potvrđeni genotip			

Prilog 3. Delta K vrijednost iz analize strukture temeljena na SSR podacima dobivenim na 114 primki jabuke i 11 standardnih sorti

K = 2			
Primka	GC	GC1	GC2
'Topaz'	1	0,903	0,097
'San Giovanni'	A	0,381	0,619
'Bjeličnik'	2	0,091	0,909
'Zeleni šetnec'	2	0,097	0,903
'London peping'	1	0,952	0,048
'Peasgood'	2	0,197	0,803
'Budimka'	2	0,022	0,978
'Leathercoat Russet'	1	0,923	0,077
'Mantet'	2	0,142	0,858
Jacquin'	A	0,728	0,272
'Grafenštajn'	A	0,765	0,235
'Boskop'	1	0,889	0,111
'Mašanka'	A	0,267	0,733
'Šampanjka'	A	0,562	0,438
'Kanadska reneta'	1	0,947	0,053
'Carević Rudolf'	2	0,066	0,934
'Framboise d'Oberland'	A	0,23	0,77
'Batulenka'	2	0,05	0,95
'Baumanova reneta'	1	0,931	0,069
'Danciška rebrača'	1	0,865	0,135
'Jonatan'	1	0,973	0,027
'Idared'	1	0,894	0,106
'Starkova najranija'	2	0,197	0,803
'Bloody Butcher'	A	0,719	0,281
'Bobovec'	A	0,757	0,243
'Calville des Femmes'	1	0,954	0,046
'Lijepocvjetka'	1	0,902	0,098
'Crvena jesenska rebrača'	1	0,803	0,197
'Harbertova reneta'	1	0,904	0,096
'Crveni Astrahan'	A	0,608	0,392
'Damasononska reneta'	1	0,95	0,05
'Molleskov'	2	0,052	0,948
'Prinčeva'	1	0,932	0,068
'Zuccalmaglio reneta'	1	0,954	0,046
'Zvonolika'	1	0,802	0,198
'Mollie's Delicious'	1	0,967	0,033
'Cox's Orange'	1	0,958	0,042
'Umačka'	1	0,966	0,034
'Pinova'	1	0,902	0,098
'Summerred'	1	0,825	0,175
'Gala'	1	0,96	0,04
'Elstar'	1	0,904	0,096

Primka	GC	GC1	GC2
'Braeburn'	1	0,952	0,048
'Bramley's Seedling'	1	0,917	0,083
'Horneburger Pfannkuchenapfel'	1	0,938	0,062
'Rhode Island Greening'	1	0,895	0,105
'Božićnica'	2	0,033	0,967
'Ontario'	A	0,637	0,363
'Slava svijeta'	1	0,966	0,034
'Galloway Pepping'	1	0,89	0,11
'Close'	2	0,154	0,846
'Juliared'	A	0,504	0,496
'Prima'	1	0,952	0,048
'Annie Elizabeth'	1	0,947	0,053
'Red Melba'	2	0,118	0,882
'James Grieve'	1	0,858	0,142
'Staymanred'	1	0,868	0,132
'Mutsu'	1	0,961	0,039
'Signe Tillisch'	A	0,211	0,789
'Blajnhajmska reneta'	1	0,872	0,128
'Bijela zimska rebrča'	1	0,947	0,053
'Jonagold'	1	0,979	0,021
'Golden Delicious'	1	0,975	0,025
'Delicious'	1	0,847	0,153
'Fuji'	1	0,851	0,149
'MM106'	A	0,746	0,254
'Car Aleksandar'	1	0,9	0,1
'Meglena'	1	0,963	0,037
'Željeznjača'	2	0,196	0,804
'Zelenika'	A	0,554	0,446
'Klanferica'	2	0,03	0,97
'Senabija'	2	0,022	0,978
'Slačica'	2	0,052	0,948
'Bihorka'	2	0,034	0,966
'Križara'	A	0,264	0,736
'Ivanlija'	A	0,211	0,789
'Žuta zimska'	2	0,027	0,973
'Tvrđika'	2	0,055	0,945
'Galetina'	1	0,91	0,09
'Kristalka'	A	0,523	0,477
'Crvena ribnjača'	A	0,673	0,327
'Florianer rosmarin'	A	0,653	0,347
'London peping'	1	0,974	0,026
'Božićnica B'	2	0,097	0,903
'Šiljika'	2	0,082	0,918
'Adamovka petrovka'	2	0,2	0,8

Primka	GC	GC1	GC2
'Jesenska žuta 133'	2	0,02	0,98
'Rajska'	A	0,405	0,595
'Prinčevka'	1	0,949	0,051
'Slavonska srčika-Podravina'	A	0,219	0,781
'Slavonska srčika-Karolina'	1	0,938	0,062
'Carevka'	1	0,944	0,056
'Orahovačka'	2	0,062	0,938
'Adamčica'	2	0,136	0,864
'Cigančica'	2	0,049	0,951
'Klopčenka'	A	0,207	0,793
'Bijela repica'	2	0,074	0,926
'Prijedorska zelenika'	2	0,064	0,936
'Jaje'	2	0,044	0,956
'Dogaja'	2	0,026	0,974
'Duplokorka'	1	0,887	0,113
'Hrapavka rana'	A	0,522	0,478
'Čelenika ljetna'	2	0,073	0,927
'Hrapava zvonasta'	2	0,073	0,927
'Dulibarka'	2	0,091	0,909
'Muškotelka'	2	0,088	0,912
'Špička'	2	0,107	0,893
'Brtavka'	2	0,022	0,978
'Bužlovka'	2	0,029	0,971
'Železnica'	2	0,178	0,822
'Rožnik'	2	0,094	0,906
'Rožmarinka'	2	0,096	0,904
'Ljetni mošancelj'	A	0,31	0,69
'Ferdekelca'	2	0,063	0,937
'Golubica'	2	0,085	0,915
'Čebulka'	2	0,183	0,817
'Virginska ružica'	1	0,961	0,039
'Wagener'	1	0,946	0,054
'Lesans kalvil'	2	0,026	0,974
'Trijerska vinovača'	A	0,358	0,642
'Bojkova'	1	0,955	0,045
'Crvena škrbotavka'	A	0,431	0,569
'Zvezdasta reneta'	A	0,661	0,339
'Dolenjska voščenka'	2	0,053	0,947
'Paradoks'	1	0,798	0,202

K = 4

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4
'Topaz'	3	0,06	0,068	0,801	0,072
'San Giovanni'	A	0,224	0,306	0,036	0,434
'Bjeličnik'	A	0,054	0,392	0,021	0,533
'Zeleni štetinec'	A	0,02	0,488	0,077	0,415
'London peping'	A	0,113	0,062	0,753	0,072
'Peasgood'	A	0,026	0,346	0,235	0,393
'Budimka'	A	0,008	0,569	0,019	0,404
'Leathercoat Russet'	A	0,75	0,064	0,115	0,071
'Mantet'	A	0,059	0,386	0,038	0,517
'Jacquin'	A	0,603	0,127	0,124	0,146
'Grafenštajn'	A	0,458	0,222	0,093	0,227
'Boskop'	A	0,552	0,127	0,154	0,167
'Mašanka'	1	0,849	0,068	0,016	0,066
'Šampanjka'	A	0,625	0,145	0,043	0,188
'Kanadska reneta'	1	0,943	0,018	0,019	0,02
'Carević Rudolf'	A	0,053	0,471	0,035	0,441
'Framboise d'Oberland'	A	0,176	0,382	0,058	0,384
'Batulenka'	A	0,02	0,475	0,032	0,474
'Baumanova reneta'	A	0,117	0,064	0,749	0,07
'Danciška rebrača'	A	0,175	0,143	0,521	0,161
'Jonatan'	1	0,939	0,015	0,031	0,015
'Idared'	1	0,945	0,018	0,017	0,02
'Starkova najranija'	A	0,027	0,369	0,084	0,52
'Bloody Butcher'	1	0,918	0,031	0,021	0,031
'Bobovec'	A	0,468	0,192	0,097	0,242
'Calville des Femmes'	1	0,894	0,024	0,056	0,025
'Lijepocvjetka'	A	0,139	0,12	0,598	0,142
'Crvena jesenska rebrača'	A	0,711	0,094	0,067	0,128
'Harbertova reneta'	A	0,574	0,088	0,223	0,116
'Crveni Astrahan'	A	0,036	0,184	0,529	0,251
'Damasonska reneta'	A	0,653	0,036	0,27	0,041
'Mölleskov'	A	0,035	0,537	0,025	0,403
'Prinčeva'	A	0,195	0,058	0,683	0,064
'Zuccalmaglio reneta'	A	0,662	0,033	0,268	0,037
'Zvonolika'	A	0,041	0,082	0,773	0,104
'Mollie's Delicious'	3	0,112	0,03	0,825	0,033
'Cox's Orange'	A	0,382	0,041	0,53	0,047
'Umačka'	3	0,075	0,018	0,889	0,018
'Pinova'	3	0,032	0,04	0,886	0,042
'Summerred'	A	0,137	0,128	0,56	0,175
'Gala'	3	0,028	0,021	0,929	0,022
'Elstar'	3	0,044	0,051	0,855	0,05
'Braeburn'	A	0,156	0,042	0,759	0,043
'Bramley's Seedling'	A	0,7	0,068	0,153	0,079

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4
'Horneburger Pfannkuchen'	3	0,016	0,023	0,936	0,025
'Rhode Island Greening'	A	0,639	0,103	0,108	0,15
'Božićnica'	A	0,019	0,519	0,02	0,442
'Ontario'	1	0,924	0,029	0,014	0,033
'Slava svijeta'	A	0,403	0,028	0,542	0,027
'Galloway Pepping'	A	0,633	0,09	0,179	0,098
'Close'	A	0,039	0,412	0,039	0,51
'Julyred'	A	0,066	0,305	0,214	0,415
'Prima'	A	0,237	0,056	0,644	0,063
'Annie Elizabeth'	1	0,932	0,019	0,028	0,021
'Red Melba'	A	0,048	0,402	0,024	0,526
'James Grieve'	A	0,169	0,125	0,549	0,157
'Staymanred'	A	0,094	0,071	0,752	0,083
'Mutsu'	3	0,025	0,018	0,939	0,018
'Signe Tillisch'	A	0,04	0,378	0,155	0,427
'Blajnhajmska reneta'	A	0,47	0,138	0,211	0,18
'Bijela zimska rebrača'	1	0,819	0,036	0,101	0,045
'Jonagold'	3	0,037	0,012	0,938	0,013
'Golden Delicious'	3	0,015	0,011	0,964	0,01
'Delicious'	A	0,089	0,069	0,772	0,07
'Fuji'	A	0,286	0,133	0,454	0,127
'MM106'	1	0,855	0,057	0,023	0,064
'Car Aleksandar'	1	0,92	0,024	0,028	0,028
'Meglena'	A	0,31	0,042	0,604	0,044
'Željeznjaca'	A	0,728	0,122	0,018	0,132
'Zelenika'	A	0,487	0,222	0,047	0,244
'Klanferica'	A	0,025	0,481	0,014	0,48
'Senabija'	A	0,011	0,571	0,013	0,404
'Slacica'	A	0,016	0,544	0,039	0,401
'Bihorka'	A	0,017	0,568	0,021	0,395
'Križara'	A	0,233	0,322	0,044	0,401
'Ivanlija'	A	0,276	0,328	0,031	0,365
'Žuta zimska'	A	0,018	0,518	0,013	0,452
'Tvrđika'	A	0,019	0,513	0,026	0,442
'Galetina'	A	0,746	0,067	0,108	0,079
'Kristalka'	A	0,154	0,311	0,218	0,316
'Crvena ribnjača'	A	0,036	0,15	0,687	0,126
'Florianer rosmarin'	A	0,112	0,305	0,243	0,341
'London peping'	A	0,751	0,028	0,189	0,032
'Božićnica B'	A	0,502	0,225	0,015	0,259
'Šiljika'	A	0,041	0,423	0,033	0,503
'Adamovka petrovka'	A	0,059	0,387	0,074	0,48
'Jesenska žuta 133'	A	0,01	0,568	0,013	0,409
'Rajska'	A	0,136	0,382	0,113	0,369

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4
'Prinčevka'	1	0,901	0,027	0,042	0,03
'Slavonska srčika-Podravina'	A	0,709	0,123	0,031	0,138
'Slavonska srčika-Karolina'	1	0,914	0,023	0,038	0,025
'Carevka'	A	0,16	0,053	0,728	0,059
'Orahovačka'	A	0,031	0,55	0,027	0,392
'Adamčica'	A	0,048	0,487	0,05	0,416
'Cigančica'	A	0,025	0,561	0,024	0,39
'Klopčenka'	A	0,149	0,346	0,032	0,473
'Bijela repica'	A	0,119	0,416	0,033	0,432
'Prijedorska zelenika'	A	0,029	0,532	0,027	0,413
'Jaje'	A	0,077	0,508	0,016	0,399
'Dogaja'	A	0,011	0,573	0,014	0,402
'Duplokorka'	A	0,126	0,092	0,668	0,114
'Hrapavka rana'	A	0,182	0,311	0,177	0,33
'Čelenika ljetna'	A	0,04	0,429	0,043	0,488
'Hrapava zvonasta'	A	0,358	0,303	0,018	0,321
'Dulibarka'	A	0,076	0,402	0,025	0,498
'Muškotelka'	A	0,06	0,427	0,043	0,47
'Špička'	A	0,076	0,521	0,034	0,369
'Brtavka'	A	0,01	0,445	0,011	0,533
'Bužlovka'	A	0,018	0,452	0,012	0,517
'Železnica'	A	0,097	0,474	0,06	0,369
'Rožnik'	A	0,06	0,387	0,028	0,525
'Rožmarinka'	A	0,043	0,534	0,033	0,391
'Ljetni mošancelj'	A	0,186	0,284	0,158	0,372
'Ferdekelca'	A	0,073	0,407	0,03	0,49
'Golubica'	A	0,025	0,407	0,038	0,53
'Čebulka'	A	0,035	0,491	0,123	0,35
'Virginska ružica'	3	0,031	0,02	0,93	0,02
'Wagener'	3	0,013	0,015	0,956	0,016
'Lesans kalvil'	A	0,017	0,487	0,017	0,479
'Trijerska vinovača'	A	0,173	0,321	0,061	0,445
'Bojkova'	3	0,021	0,018	0,94	0,02
'Crvena škrbotavka'	A	0,115	0,34	0,059	0,487
'Zvezdasta reneta'	A	0,047	0,226	0,45	0,278
'Dolenjska voščenka'	A	0,025	0,545	0,026	0,405
'Paradoks'	A	0,123	0,167	0,518	0,192

K = 7

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7
'Topaz'	4	0,022	0,04	0,038	0,801	0,031	0,042	0,026
'San Giovanni'	A	0,141	0,367	0,255	0,018	0,124	0,085	0,01
'Bjeličnik'	A	0,142	0,384	0,271	0,009	0,134	0,026	0,034
'Zeleni štetinec'	A	0,427	0,159	0,132	0,1	0,118	0,012	0,052
'London peping'	A	0,049	0,116	0,13	0,432	0,144	0,116	0,012
'Peasgood'	A	0,108	0,289	0,219	0,09	0,154	0,014	0,126
'Budimka'	7	0,016	0,013	0,013	0,014	0,012	0,004	0,927
'Leathercoat Russet'	A	0,047	0,083	0,074	0,053	0,069	0,649	0,025
'Mantet'	A	0,179	0,349	0,264	0,015	0,128	0,045	0,02
'Jacquin'	A	0,188	0,179	0,157	0,061	0,138	0,262	0,014
'Grafenštajn'	A	0,108	0,208	0,151	0,062	0,097	0,28	0,093
'Boskop'	A	0,062	0,196	0,2	0,03	0,212	0,294	0,006
'Mašanka'	A	0,532	0,032	0,07	0,009	0,113	0,234	0,01
'Šampanjka'	A	0,052	0,158	0,125	0,022	0,07	0,56	0,012
'Kanadska reneta'	6	0,023	0,024	0,02	0,011	0,02	0,894	0,008
'Carević Rudolf'	A	0,572	0,111	0,11	0,016	0,144	0,017	0,029
'Framboise d'Oberland'	A	0,216	0,217	0,16	0,035	0,112	0,085	0,175
'Batulenka'	A	0,104	0,269	0,188	0,024	0,095	0,015	0,305
'Baumanova reneta'	A	0,06	0,114	0,209	0,223	0,311	0,061	0,023
'Danciška rebrača'	A	0,095	0,183	0,197	0,177	0,245	0,073	0,03
'Jonatan'	6	0,008	0,015	0,009	0,033	0,008	0,921	0,006
'Idared'	6	0,014	0,021	0,013	0,015	0,01	0,921	0,005
'Starkova najranija'	A	0,107	0,39	0,29	0,069	0,11	0,014	0,021
'Bloody Butcher'	A	0,086	0,04	0,032	0,023	0,031	0,768	0,019
'Bobovec'	A	0,066	0,192	0,241	0,014	0,303	0,174	0,01
'Calville des Femmes'	6	0,021	0,03	0,03	0,029	0,031	0,849	0,01
'Lijepocvjetka'	A	0,067	0,105	0,079	0,582	0,052	0,1	0,015
'Crvena jesenska rebrača'	A	0,034	0,095	0,056	0,032	0,036	0,74	0,008
'Harbertova reneta'	A	0,067	0,182	0,144	0,104	0,121	0,374	0,007
'Crveni Astrahan'	A	0,082	0,253	0,2	0,315	0,118	0,021	0,01

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7
'Damasonska reneta'	A	0,061	0,081	0,096	0,119	0,121	0,513	0,01
'Mölleskov'	A	0,13	0,084	0,073	0,015	0,053	0,024	0,621
'Prinčeva'	A	0,034	0,086	0,225	0,092	0,385	0,16	0,018
'Zuccalmaglio reneta'	A	0,033	0,052	0,051	0,197	0,058	0,597	0,012
'Zvonolika'	A	0,025	0,076	0,29	0,048	0,538	0,013	0,011
'Mollie's Delicious'	A	0,02	0,058	0,079	0,597	0,094	0,134	0,019
'Cox's Orange'	A	0,015	0,031	0,025	0,674	0,02	0,224	0,013
'Umačka'	A	0,016	0,048	0,26	0,147	0,505	0,017	0,008
'Pinova'	4	0,011	0,014	0,012	0,923	0,01	0,013	0,018
'Summerred'	A	0,068	0,202	0,162	0,315	0,099	0,144	0,01
'Gala'	4	0,014	0,018	0,021	0,891	0,024	0,017	0,014
'Elstar'	4	0,019	0,014	0,013	0,921	0,012	0,012	0,01
'Braeburn'	A	0,019	0,061	0,266	0,06	0,514	0,069	0,011
'Bramley's Seedling'	A	0,034	0,076	0,077	0,033	0,08	0,685	0,016
'Hornburger Pfannkuchen'	A	0,012	0,06	0,278	0,104	0,528	0,012	0,007
'Rhode Island Greening'	A	0,046	0,115	0,078	0,026	0,059	0,669	0,007
'Božićnica'	A	0,491	0,142	0,125	0,012	0,128	0,012	0,089
'Ontario'	6	0,035	0,038	0,029	0,009	0,02	0,86	0,009
'Slava svijeta'	A	0,021	0,033	0,052	0,371	0,08	0,42	0,024
'Galloway Pepping'	A	0,1	0,113	0,131	0,055	0,146	0,435	0,02
'Close'	A	0,131	0,376	0,273	0,023	0,126	0,024	0,045
'Juryred'	A	0,106	0,329	0,277	0,047	0,162	0,052	0,027
'Prima'	A	0,046	0,075	0,07	0,583	0,065	0,149	0,012
'Annie Elizabeth'	6	0,019	0,032	0,023	0,029	0,025	0,866	0,006
'Red Melba'	A	0,201	0,345	0,265	0,009	0,128	0,037	0,014
'James Grieve'	A	0,033	0,093	0,065	0,643	0,04	0,107	0,02
'Staymanred'	A	0,012	0,06	0,296	0,031	0,577	0,009	0,015
'Mutsu'	4	0,012	0,02	0,03	0,868	0,04	0,02	0,011
'Signe Tillisch'	A	0,102	0,281	0,201	0,102	0,105	0,029	0,18
'Blajnhajmska reneta'	A	0,074	0,198	0,17	0,097	0,151	0,301	0,009

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7
'Bijela zimska rebrača'	A	0,029	0,057	0,046	0,045	0,043	0,774	0,007
'Jonagold'	4	0,008	0,008	0,008	0,944	0,008	0,019	0,005
'Golden Delicious'	4	0,007	0,006	0,008	0,957	0,009	0,008	0,006
'Delicious'	A	0,013	0,054	0,296	0,042	0,576	0,008	0,011
'Fuji'	A	0,096	0,098	0,229	0,045	0,386	0,104	0,041
'MM 106'	6	0,028	0,06	0,039	0,012	0,03	0,808	0,023
'Car Aleksandar'	6	0,012	0,03	0,019	0,016	0,016	0,901	0,005
'Meglena'	A	0,039	0,066	0,091	0,287	0,125	0,37	0,022
'Željeznjača'	A	0,514	0,067	0,075	0,011	0,129	0,195	0,008
'Zelenika'	A	0,121	0,232	0,167	0,031	0,082	0,328	0,039
'Klanferica'	A	0,631	0,091	0,102	0,008	0,142	0,01	0,016
'Senabija'	7	0,006	0,006	0,007	0,005	0,007	0,005	0,964
'Slačica'	7	0,026	0,032	0,032	0,011	0,033	0,01	0,856
'Bihorka'	7	0,016	0,016	0,017	0,01	0,019	0,009	0,912
'Križara'	A	0,303	0,258	0,192	0,014	0,147	0,075	0,01
'Ivanlija'	A	0,441	0,153	0,129	0,018	0,124	0,122	0,013
'Žuta zimska'	A	0,266	0,229	0,163	0,009	0,095	0,011	0,227
'Tvrđika'	A	0,226	0,289	0,213	0,014	0,108	0,013	0,138
'Galetina'	A	0,041	0,123	0,17	0,032	0,267	0,358	0,009
'Kristalka'	A	0,21	0,211	0,169	0,121	0,127	0,062	0,1
'Crvena ribnjača'	A	0,179	0,125	0,15	0,268	0,169	0,028	0,081
'Florianer rosmarin'	A	0,137	0,284	0,227	0,073	0,158	0,073	0,048
'London peping'	A	0,018	0,031	0,023	0,159	0,022	0,74	0,007
'Božićnica B'	A	0,442	0,117	0,103	0,01	0,113	0,202	0,012
'Šiljika'	A	0,198	0,368	0,246	0,016	0,118	0,029	0,024
'Adamovka petrovka'	A	0,106	0,281	0,231	0,016	0,142	0,035	0,19
'Jesenska žuta 133'	A	0,377	0,07	0,088	0,006	0,089	0,006	0,365
'Rajska'	A	0,25	0,19	0,217	0,023	0,243	0,037	0,041
'Prinčevka'	6	0,014	0,03	0,021	0,026	0,021	0,88	0,008

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7
'Slavonska srčika-Podravina'	A	0,455	0,092	0,093	0,009	0,143	0,197	0,009
'Slavonska srčika-Karolina'	6	0,015	0,026	0,02	0,033	0,017	0,88	0,01
'Carevka'	A	0,057	0,097	0,12	0,476	0,14	0,098	0,012
'Orahovačka'	A	0,123	0,06	0,05	0,032	0,047	0,032	0,656
'Adamčica'	A	0,362	0,211	0,194	0,028	0,11	0,034	0,062
'Cigančica'	A	0,685	0,026	0,092	0,008	0,128	0,009	0,051
'Klopčenka'	A	0,129	0,369	0,25	0,02	0,118	0,1	0,014
'Bijela repica'	A	0,59	0,091	0,102	0,029	0,135	0,038	0,014
'Prijedorska zelenika'	A	0,496	0,133	0,144	0,021	0,115	0,022	0,069
'Jaje'	A	0,597	0,077	0,098	0,008	0,133	0,026	0,062
'Dogaja'	7	0,006	0,008	0,007	0,006	0,007	0,006	0,96
'Duplokorka'	A	0,035	0,105	0,274	0,04	0,495	0,03	0,02
'Hrapavka_rana'	A	0,148	0,188	0,138	0,206	0,08	0,157	0,083
'Čelenika ljetna'	A	0,118	0,26	0,193	0,051	0,092	0,026	0,26
'Hrapava zvonasta'	A	0,453	0,138	0,115	0,011	0,128	0,118	0,037
'Dulibarka'	A	0,12	0,35	0,237	0,011	0,116	0,056	0,109
'Muškotelka'	A	0,168	0,323	0,222	0,025	0,101	0,04	0,121
'Špička'	A	0,673	0,035	0,097	0,013	0,13	0,02	0,032
'Brtavka'	A	0,219	0,382	0,247	0,006	0,113	0,006	0,027
'Bužlovka'	A	0,109	0,289	0,202	0,006	0,093	0,013	0,288
'Železnica'	A	0,654	0,044	0,1	0,021	0,129	0,023	0,028
'Rožnik'	A	0,135	0,409	0,276	0,013	0,113	0,031	0,024
'Rožmarinka'	A	0,589	0,068	0,114	0,019	0,121	0,018	0,071
'Ljetni mošancelj'	A	0,112	0,257	0,251	0,019	0,272	0,057	0,032
'Ferdekelta'	A	0,149	0,314	0,215	0,024	0,11	0,049	0,139
'Golubica'	A	0,121	0,352	0,255	0,022	0,116	0,016	0,118
'Čebulka'	A	0,544	0,076	0,115	0,062	0,116	0,017	0,07
'Virginska ružica'	4	0,017	0,014	0,018	0,9	0,021	0,02	0,01
'Wagener'	A	0,011	0,045	0,221	0,292	0,413	0,01	0,008
'Lesans kalvil'	A	0,584	0,123	0,11	0,008	0,14	0,009	0,028

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7
'Bojkova'	A	0,012	0,056	0,274	0,125	0,511	0,015	0,007
'Crvena škrbotavka'	A	0,096	0,347	0,287	0,011	0,204	0,044	0,011
'Zvezdasta reneta'	A	0,1	0,286	0,249	0,113	0,204	0,03	0,018
'Dolenjska voščenska'	A	0,673	0,041	0,097	0,012	0,128	0,009	0,039
'Paradoks'	A	0,044	0,112	0,272	0,034	0,477	0,045	0,016

K = 9

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9
'Topaz'	A	0,033	0,048	0,045	0,05	0,676	0,031	0,041	0,024	0,052
'San Giovanni'	A	0,013	0,219	0,193	0,102	0,013	0,072	0,157	0,006	0,225
'Bjeličnik'	A	0,014	0,223	0,192	0,079	0,007	0,066	0,164	0,024	0,231
'Zeleni štetinec'	A	0,015	0,153	0,168	0,053	0,074	0,178	0,173	0,028	0,159
'London peping'	A	0,155	0,097	0,094	0,108	0,3	0,061	0,076	0,009	0,1
'Peasgood'	A	0,094	0,192	0,177	0,054	0,047	0,05	0,145	0,045	0,196
'Budimka'	8	0,013	0,014	0,015	0,007	0,016	0,014	0,016	0,891	0,014
'Leathercoat Russet'	A	0,056	0,087	0,084	0,374	0,042	0,174	0,077	0,016	0,089
'Mantet'	A	0,031	0,208	0,187	0,089	0,012	0,091	0,183	0,011	0,187
'Jacquin'	A	0,068	0,144	0,148	0,157	0,049	0,131	0,141	0,01	0,153
'Grafenštajn'	A	0,03	0,158	0,144	0,177	0,039	0,103	0,127	0,059	0,162
'Boskop'	A	0,122	0,16	0,155	0,164	0,023	0,084	0,122	0,005	0,165
'Mašanka'	A	0,013	0,074	0,1	0,209	0,009	0,391	0,145	0,009	0,051
'Šampanjka'	A	0,034	0,129	0,134	0,279	0,021	0,144	0,112	0,009	0,14
'Kanadska reneta'	A	0,021	0,025	0,026	0,609	0,01	0,252	0,023	0,007	0,025
'Carević Rudolf'	A	0,02	0,144	0,155	0,071	0,015	0,273	0,177	0,018	0,126
'Framboise d'Oberland'	A	0,035	0,166	0,16	0,092	0,028	0,11	0,139	0,11	0,161
'Batulenka'	A	0,018	0,182	0,175	0,041	0,017	0,05	0,146	0,172	0,199
'Baumanova reneta'	A	0,377	0,098	0,092	0,055	0,128	0,05	0,081	0,02	0,099
'Danciška rebrača'	A	0,192	0,143	0,138	0,078	0,108	0,063	0,111	0,022	0,146
'Jonatan'	A	0,007	0,009	0,009	0,665	0,022	0,264	0,009	0,006	0,009
'Idared'	A	0,007	0,018	0,018	0,648	0,013	0,259	0,015	0,005	0,018
'Starkova najranija'	A	0,017	0,219	0,213	0,053	0,037	0,04	0,164	0,015	0,242
'Bloody Butcher'	A	0,009	0,05	0,055	0,492	0,025	0,255	0,052	0,016	0,046
'Bobovec'	A	0,2	0,154	0,156	0,109	0,011	0,065	0,127	0,008	0,169
'Calville des Femmes'	A	0,036	0,033	0,032	0,567	0,025	0,236	0,03	0,009	0,033
'Lijepocvjetka'	A	0,024	0,089	0,087	0,077	0,477	0,06	0,081	0,012	0,094
'Crvena jesenska rebrača'	A	0,017	0,084	0,075	0,458	0,028	0,181	0,063	0,006	0,086
'Harbertova reneta'	A	0,069	0,136	0,135	0,216	0,07	0,109	0,111	0,006	0,149
'Crveni Astrahan'	A	0,056	0,176	0,157	0,063	0,194	0,046	0,119	0,008	0,18

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9
'Damasonska reneta'	A	0,152	0,07	0,069	0,321	0,087	0,16	0,061	0,008	0,073
'Mölleskov'	A	0,02	0,099	0,102	0,043	0,014	0,098	0,108	0,419	0,097
'Prinčeva'	A	0,586	0,05	0,052	0,094	0,055	0,054	0,044	0,014	0,052
'Zuccalmaglio reneta'	A	0,063	0,055	0,056	0,39	0,157	0,164	0,047	0,011	0,057
'Zvonolika'	1	0,826	0,028	0,032	0,02	0,017	0,014	0,024	0,009	0,031
'Mollie's Delicious'	A	0,129	0,054	0,05	0,1	0,5	0,049	0,041	0,018	0,058
'Cox's Orange'	A	0,016	0,035	0,032	0,205	0,548	0,091	0,028	0,011	0,035
'Umačka'	A	0,797	0,012	0,012	0,013	0,122	0,014	0,013	0,006	0,011
'Pinova'	5	0,009	0,015	0,014	0,012	0,896	0,011	0,013	0,016	0,014
'Summerred'	A	0,06	0,143	0,134	0,117	0,217	0,064	0,108	0,008	0,15
'Gala'	5	0,035	0,022	0,021	0,019	0,829	0,018	0,02	0,015	0,022
'Elstar'	5	0,007	0,014	0,014	0,013	0,9	0,015	0,014	0,009	0,014
'Braeburn'	A	0,773	0,026	0,026	0,056	0,029	0,032	0,023	0,009	0,026
'Bramley's Seedling'	A	0,1	0,073	0,072	0,392	0,024	0,184	0,064	0,013	0,076
'Horneburger Pfannkuchen'	1	0,838	0,023	0,025	0,019	0,041	0,011	0,018	0,006	0,02
'Rhode Island Greening'	A	0,037	0,076	0,081	0,448	0,018	0,185	0,067	0,005	0,084
'Božićnica'	A	0,016	0,154	0,172	0,046	0,011	0,223	0,184	0,052	0,142
'Ontario'	A	0,012	0,051	0,05	0,546	0,009	0,231	0,045	0,007	0,05
'Slava svijeta'	A	0,111	0,033	0,032	0,271	0,341	0,127	0,03	0,021	0,033
'Galloway Pepping'	A	0,128	0,109	0,113	0,248	0,039	0,142	0,097	0,012	0,111
'Close'	A	0,014	0,212	0,198	0,069	0,017	0,058	0,165	0,032	0,235
'Julyred'	A	0,108	0,192	0,177	0,083	0,027	0,056	0,14	0,025	0,192
'Prima'	A	0,049	0,074	0,068	0,123	0,473	0,072	0,059	0,009	0,073
'Annie Elizabeth'	A	0,02	0,029	0,03	0,592	0,029	0,239	0,025	0,006	0,03
'Red Melba'	A	0,026	0,207	0,185	0,088	0,007	0,105	0,183	0,008	0,191
'James Grieve'	A	0,019	0,095	0,09	0,114	0,437	0,056	0,073	0,019	0,096
'Staymanred'	1	0,899	0,015	0,015	0,011	0,008	0,009	0,013	0,014	0,017
'Mutsu'	5	0,057	0,017	0,016	0,016	0,839	0,013	0,015	0,008	0,018
'Signe Tillisch'	A	0,033	0,2	0,177	0,057	0,057	0,054	0,145	0,078	0,199
'Blajnhajmska reneta'	A	0,082	0,149	0,141	0,181	0,067	0,095	0,12	0,007	0,158
'Bijela zimna rebrča'	A	0,036	0,054	0,047	0,516	0,035	0,21	0,044	0,006	0,052

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9
'Jonagold'	5	0,009	0,008	0,008	0,019	0,922	0,013	0,009	0,005	0,008
'Golden Delicious'	5	0,009	0,006	0,006	0,007	0,95	0,006	0,006	0,005	0,006
'Delicious'	1	0,91	0,012	0,013	0,008	0,013	0,01	0,013	0,009	0,012
'Fuji'	A	0,503	0,067	0,069	0,075	0,024	0,087	0,076	0,032	0,067
'MM 106'	A	0,02	0,065	0,058	0,506	0,012	0,205	0,053	0,019	0,061
'Car Aleksandar'	A	0,013	0,04	0,036	0,579	0,017	0,24	0,032	0,005	0,039
'Meglena'	A	0,172	0,064	0,06	0,232	0,202	0,128	0,058	0,019	0,066
'Željeznjača'	A	0,016	0,116	0,131	0,173	0,01	0,313	0,138	0,006	0,095
'Zelenika'	A	0,017	0,162	0,155	0,194	0,022	0,118	0,139	0,02	0,173
'Klanferica'	A	0,008	0,136	0,163	0,06	0,008	0,292	0,199	0,012	0,123
'Senabija'	8	0,008	0,006	0,006	0,005	0,004	0,006	0,006	0,952	0,006
'Slačica'	A	0,038	0,032	0,033	0,014	0,009	0,021	0,032	0,789	0,032
'Bihorka'	8	0,029	0,017	0,018	0,012	0,011	0,016	0,018	0,862	0,018
'Križara'	A	0,04	0,181	0,186	0,09	0,01	0,126	0,168	0,007	0,191
'Ivanlija'	A	0,015	0,145	0,161	0,111	0,014	0,224	0,18	0,009	0,14
'Žuta zimska'	A	0,008	0,186	0,197	0,046	0,008	0,103	0,174	0,097	0,181
'Tvrđika'	A	0,022	0,19	0,194	0,047	0,011	0,106	0,19	0,051	0,191
'Galetina'	A	0,207	0,106	0,107	0,238	0,025	0,112	0,086	0,007	0,112
'Kristalka'	A	0,045	0,172	0,159	0,079	0,072	0,107	0,144	0,051	0,171
'Crvena ribnjača'	A	0,153	0,108	0,111	0,049	0,166	0,122	0,137	0,05	0,105
'Florianer rosmarin'	A	0,077	0,182	0,168	0,077	0,04	0,081	0,162	0,025	0,186
'London peping'	A	0,017	0,027	0,025	0,534	0,119	0,217	0,025	0,006	0,029
'Božićnica B'	A	0,011	0,133	0,144	0,167	0,008	0,249	0,152	0,008	0,128
'Šiljika'	A	0,016	0,216	0,214	0,056	0,013	0,07	0,178	0,016	0,221
'Adamovka petrovka'	A	0,072	0,188	0,181	0,062	0,01	0,052	0,141	0,096	0,196
'Jesenska žuta 133'	A	0,015	0,11	0,131	0,036	0,005	0,213	0,174	0,225	0,09
'Rajska'	A	0,119	0,155	0,158	0,06	0,016	0,149	0,166	0,021	0,155
'Prinčevka'	A	0,019	0,023	0,022	0,612	0,024	0,247	0,022	0,007	0,024
'Slavonska srčika-Podravina'	A	0,043	0,123	0,134	0,168	0,008	0,284	0,13	0,007	0,104
'Slavonska srčika-Karolina'	A	0,013	0,022	0,022	0,616	0,025	0,25	0,02	0,009	0,023

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9
'Carevka'	A	0,141	0,102	0,099	0,098	0,297	0,066	0,08	0,01	0,106
'Orahovačka'	A	0,015	0,072	0,074	0,044	0,03	0,085	0,078	0,534	0,067
'Adamčica'	A	0,018	0,114	0,142	0,059	0,02	0,27	0,25	0,025	0,102
'Cigančica'	A	0,014	0,054	0,099	0,042	0,007	0,475	0,274	0,016	0,019
'Klopčenka'	A	0,017	0,212	0,199	0,097	0,015	0,077	0,153	0,009	0,221
'Bijela repica'	A	0,008	0,135	0,151	0,083	0,03	0,291	0,175	0,011	0,117
'Prijedorska zelenika'	A	0,01	0,093	0,127	0,053	0,015	0,333	0,269	0,024	0,076
'Jaje'	A	0,013	0,119	0,143	0,068	0,007	0,318	0,193	0,037	0,103
'Dogaja'	8	0,007	0,008	0,008	0,006	0,005	0,006	0,007	0,945	0,008
'Duplokorka'	A	0,679	0,058	0,058	0,04	0,021	0,026	0,042	0,018	0,059
'Hrapavka rana'	A	0,023	0,131	0,137	0,113	0,152	0,111	0,137	0,06	0,135
'Čelenika ljetna'	A	0,019	0,178	0,177	0,065	0,043	0,063	0,143	0,121	0,191
'Hrapava zvonasta'	A	0,016	0,145	0,156	0,119	0,009	0,241	0,158	0,024	0,132
'Dulibarka'	A	0,023	0,218	0,197	0,074	0,009	0,056	0,16	0,039	0,224
'Muškotelka'	A	0,02	0,207	0,2	0,059	0,018	0,068	0,174	0,042	0,211
'Špička'	A	0,014	0,056	0,102	0,047	0,01	0,466	0,273	0,009	0,024
'Brtavka'	A	0,01	0,214	0,215	0,042	0,005	0,077	0,193	0,014	0,229
'Bužlovka'	A	0,014	0,199	0,186	0,048	0,006	0,05	0,154	0,143	0,2
'Železnica'	A	0,013	0,059	0,102	0,05	0,016	0,451	0,273	0,008	0,028
'Rožnik'	A	0,013	0,226	0,224	0,051	0,012	0,05	0,177	0,015	0,232
'Rožmarinka'	A	0,013	0,071	0,109	0,048	0,015	0,401	0,272	0,025	0,047
'Ljetni mošancelj'	A	0,242	0,157	0,152	0,074	0,013	0,068	0,121	0,02	0,155
'Ferdekelca'	A	0,021	0,202	0,194	0,073	0,018	0,07	0,16	0,06	0,201
'Golubica'	A	0,016	0,217	0,206	0,063	0,016	0,054	0,159	0,041	0,23
'Čebulka'	A	0,018	0,072	0,108	0,047	0,05	0,373	0,261	0,022	0,049
'Virginska ružica'	5	0,027	0,016	0,016	0,02	0,861	0,019	0,016	0,009	0,016
'Wagener'	A	0,656	0,017	0,021	0,014	0,241	0,011	0,015	0,007	0,019
'Lesans kalvil'	A	0,009	0,152	0,174	0,058	0,008	0,255	0,187	0,017	0,14
'Trijerska vinovača'	A	0,033	0,205	0,205	0,084	0,015	0,058	0,166	0,01	0,224
'Bojkova'	1	0,808	0,024	0,026	0,02	0,059	0,014	0,02	0,006	0,023
'Crvena škrbotavka'	A	0,092	0,199	0,2	0,061	0,008	0,045	0,162	0,007	0,227

Primka	GC	GC1	GC2	GC3	GC4	GC5	GC6	GC7	GC8	GC9
'Zvezdasta reneta'	A	0,123	0,186	0,178	0,052	0,057	0,045	0,144	0,014	0,201
'Dolenjska voščenska'	A	0,009	0,061	0,107	0,043	0,011	0,457	0,272	0,011	0,028
'Paradoks'	A	0,634	0,065	0,067	0,04	0,017	0,037	0,063	0,011	0,066

Prilog 4. Popis primki koje su analizirane biljezima visoke rezolucije (SNP)

Primka	Rezultat	Ploidnost (SNP)
'Adamovka petrovka'	'Adamovka petrovka'	2x
'Bihorka'	'Bihorka'	2x
'Bijela repica'	'Bijela repica'	2x
'Božićnica B'	'Božićnica B'	2x
'Carevka'	'Oberdikova reneta'	2x
'Cigančica'	'Cigančica'	2x
'Crvena ribnjača'	'Crvena ribnjača'	2x
'Florianer rosmarin'	'Florianer Rosmarin'	2x
'Galetina'	'Enterprise'	2x
'Ivanlija'	'Ivanlija'	2x
'Jesenska žuta 133'	'Jesenska žuta 133'	3x
'Klopčenka'	'Klopčenka'	2x
'Kristalka'	'Schöner von Nordhausen'	2x
'Križara'	'Križara'	2x
'Meglina'	'Meglina'	2x
'Orahovačka'	'Orahovačka'	3x
'Prinčevka'	'Prinčevka'	2x
'Rajska'	'Rajska'	2x
'Šiljka'	'Šiljka'	3x
'Slačica'	'Slacica'	2x
'Tvrđika'	'Tvrđika'	2x
'Željeznjača'	'Željeznjača'	3x
'Žuta zimska'	'Žuta zimska'	3x
'Braeburn'	'Braeburn'	2x
'Elstar'	'Elstar'	2x
'Fuji'	'Fuji'	2x
'Jonagold'	'Jonagold'	3x
'Pinova'	'Pinova'	2x
'Golden Delicious'	'Golden Delicious'	2x
'Royal Gala'	'Gala'	2x
'Topaz'	'Topaz'	2x

Prilog 5. Morfološki opis jedinstvenih tradicionalnih genotipova korištenjem CPVO protokola

Primka: ADAMČICA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	7	veliki	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja			
	Osnovna boja	5	žutozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena	
	Intenzitet dopunske boje	5	srednja	
	Struktura dopunske boje	6	crvena i prošarana	
	Čaška			
	Udubljenje	1	slabo izraženo	
	Veličina	3	mala	
	Lenticle			
	Prisutnost	5	srednje brojne	
	Veličina	3	male	

Primka: ADAMOVKA PETROVKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	4	viseći	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	4	oštro nazubljeni tip 2	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	6	okruglast	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	1	slabo izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: BIHORKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	6	tamnocrvena	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	 
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	3	crvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	5	srednja
		<i>Struktura dopunske boje</i>	3	crvena bez primjesa s jako izraženim prugama
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	2	umjereno izraženo
		<i>Veličina</i>	5	srednja
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	5	srednje brojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: BIJELA REPICA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnorožičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	 
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	3	mala
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: BLATNJAČA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	1	ispod	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: CAREVKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	6	tamnocrvena	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticle	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	7	velike

Primka: CIGANČICA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	srednji	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	3	žuta
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	3	crvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	7	tamna
		<i>Struktura dopunske boje</i>	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	2	umjereno izraženo
		<i>Veličina</i>	5	srednja
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	3	malobrojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: CRVENA RIBNJAČA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	7	veliki	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	6	okruglast	
	Boja	Osnovna boja	6	zelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticela	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: ČEBULKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	1	uspravan	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	2	žućkastoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	1	ispod	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	3	mala
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: ČELENKA LJETNA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	1	ispod	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	9	vrlo velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	7	tamna
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	7	velike

Primka: DOGAJA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	1	uspravan	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	3	jajolik	
	Boja			
	Osnovna boja	4	bijelozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena	
	Intenzitet dopunske boje	5	srednja	
	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	Udubljenje	3	jako izraženo	
	Veličina	3	mala	
	Lenticеле			
	Prisutnost	7	mnogobrojne	
	Veličina	5	srednje	

Primka: DUGATA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oblo nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	6	tamnocrvena	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	3	jajolik	
	Boja	Osnovna boja	4	bijelozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	3	mala
	Lenticеле	Prisutnost	7	mnogobrojne
		Veličina	5	srednje

Primka: DULIBARKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija	
STABLO	Bujnost	3	slaba		
	Tip rasta	2	razgranat		
	Habitus	1	uspravan		
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji		
	Duljina internodija	1	vrlo kratki		
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa		
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja		
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne		
LIST	Duljina	5	srednja		
	Širina	7	široka		
	Omjer duljine i širine	3	mali		
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen		
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni		
	Dlakavost naličja	2	srednja		
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta		
	Raspored latica	2	dodiruju se		
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini		
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan		
	Boja	Osnovna boja	5		žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja	
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena	
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja	
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama	
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo	
		Veličina	3	mala	
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne	
		Veličina	5	srednje	

Primka: DUPLOKORKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjejelen	
	Nazubljenost ruba	1	oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	4	bijelozelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	7	velika
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	2	ružičastocrvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	5	srednja
		<i>Struktura dopunske boje</i>	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	3	jako izraženo
		<i>Veličina</i>	7	velika
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	3	malobrojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: FERDEKELCA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja			
	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena	
	<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja	
	<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	4	ljubičastocrvena	
	<i>Intenzitet dopunske boje</i>	7	tamna	
	<i>Struktura dopunske boje</i>	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama	
	Čaška			
	<i>Udubljenje</i>	3	jako izraženo	
	<i>Veličina</i>	5	srednja	
	Lenticеле			
	<i>Prisutnost</i>	3	malobrojne	
	<i>Veličina</i>	5	srednje	

Primka: GALETINA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	1	zelenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	6	tamnocrvena	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	9	vrlo velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	5	smeđecrvena
		Intenzitet dopunske boje	7	tamna
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: GOLUBICA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačak	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	 
	Boja	Osnovna boja	3	žuta
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	2	ružičastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: GRINŠTANTIN

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	6	zelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
	Čaška	Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
		Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticle	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	5	srednje

Primka: HRAPAVA ZVONASTA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	3	jajolik	
	Boja			
	Osnovna boja	5	žutozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena	
	Intenzitet dopunske boje	3	svijetla	
	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	Udubljenje	1	slabo izraženo	
	Veličina	3	mala	
	Lenticеле			
	Prisutnost	7	mnogobrojne	
	Veličina	7	velike	

Primka: HRAPAVKA RANA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	2	žućkastoružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	6	okruglast	
	Boja	Osnovna boja	3	žuta
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	3	mala
	Lenticle	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: IVANLIJA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	7	jaka	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	1	uspravan	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	1	zelenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetlružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	Osnovna boja	2	bijeložuta
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	2	ružičastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabio izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticle	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: JAJE

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	3	jajolik	 
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: JESENSKA ŽUTA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	7	jaka	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	1	nije prisutna ili vrlo slaba	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	6	crvena i prošarana
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	7	velika
		Prisutnost	5	srednje brojne
	Lenticela	Veličina	5	srednje

Primka: KLOPČENKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	Osnovna boja	6	zelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticele	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	5	srednje

Primka: KRISTALKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	7	jaka	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	4	bijelozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: KRIŽARA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	1	ispod	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	3	crvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	7	tamna
		<i>Struktura dopunske boje</i>	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	3	jako izraženo
		<i>Veličina</i>	5	srednja
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	7	mnogobrojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: KRUPNARA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	7	veliki	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	 
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	5	srednje

Primka: LJETNI MOŠANCELJ

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	vrlo debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	2	žućkastoružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	6	okruglast	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	5	smeđecrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: MAJDOFIJA (ŽELJEZNAČA)

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
LOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticle	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	3	male

Primka: MEGLENA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	3	jajolik	
	Boja	Osnovna boja	4	bijelozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	3	mala
	Lenticеле	Prisutnost	7	mnogobrojne
		Veličina	5	srednje

Primka: MUŠKOTELKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	1	uspravan	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	6	zelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	3	mala
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	1	narančastocrvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	3	svijetla
		<i>Struktura dopunske boje</i>	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	2	umjereno izraženo
		<i>Veličina</i>	3	mala
	Lenticle	<i>Prisutnost</i>	7	mnogobrojne
		<i>Veličina</i>	5	srednje

Primka: ORAHOVAČKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	5	smeđecrvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	7	tamna
		<i>Struktura dopunske boje</i>	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	3	jako izraženo
		<i>Veličina</i>	5	srednja
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	3	malobrojne
		<i>Veličina</i>	5	srednje

Primka: PRIJEDORSKA ZELENKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	7	jaka	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	0	nema
		Intenzitet dopunske boje	0	nema
		Struktura dopunske boje	0	nema
	Čaška	Udubljenje	1	slabo izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	7	velike

Primka: PRINČEVKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	3	kratka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjejelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	1	slobodne	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	Osnovna boja	2	bijeložuta
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	7	velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narandžastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticle	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	5	srednje

Primka: RAJSKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	1	ispod	
PLOD	Osnovni oblik	6	okruglast	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	7	velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	3	crvena bez primjesa s jako izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	1	slabo izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticle	Prisutnost	5	srednje brojne
		Veličina	5	srednje

Primka: ROŽMARINKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	3	slaba	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	7	veliki	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	3	mala
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	1	narančastocrvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	3	svijetla
		<i>Struktura dopunske boje</i>	1	crvena bez primjesa
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	2	umjereno izraženo
		<i>Veličina</i>	3	mala
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	5	srednje brojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: ROŽNIK

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	5	smeđecrvena
		Intenzitet dopunske boje	7	tamna
		Struktura dopunske boje	7	crvena, prugasta i prošarana
	Čaška	Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	5	srednje

Primka: RUŽMARINKA (FLORIANER ROSMARIN)

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	1	oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	<i>Osnovna boja</i>	2	bijeložuta
		<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	7	velika
		<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	2	ružičastocrvena
		<i>Intenzitet dopunske boje</i>	5	srednja
		<i>Struktura dopunske boje</i>	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama
	Čaška	<i>Udubljenje</i>	2	umjereno izraženo
		<i>Veličina</i>	3	mala
	Lenticеле	<i>Prisutnost</i>	3	malobrojne
		<i>Veličina</i>	3	male

Primka: SENABIJA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja			
	Osnovna boja	5	žutozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	7	velika	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	4	ljubičastocrvena	
	Intenzitet dopunske boje	5	srednja	
	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	Udubljenje	2	umjereno izraženo	
	Veličina	5	srednja	
	Lenticele			
	Prisutnost	7	mnogobrojne	
	Veličina	7	velike	

Primka: SLAČICA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	3	uska	
	Omjer duljine i širine	7	veliki	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	3	svijetloružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	6	zelena	
	<i>Osnovna boja</i>	3	mala	
	<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>			
	<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	3	crvena	
	<i>Intenzitet dopunske boje</i>	3	svijetla	
	<i>Struktura dopunske boje</i>	7	crvena, prugasta i prošarana	
	Čaška	3	jako izraženo	
		5	srednja	
	Lenticеле	5	srednje brojne	
		3	male	

Primka: SLAVONSKA SRČIKA-KAROLINA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	5	dvostruko oštro nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnorožičasta	
	Raspored latica	2	dodiruju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	7	velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	7	velika
	Lenticеле	Prisutnost	7	mnogobrojne
		Veličina	5	srednje

Primka: SLAVONSKA SRČIKA-PODRAVINA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	5	tamnosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	4	oštro nazubljeni tip 2	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja			
	Osnovna boja	5	žutozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	5	smeđecrvena	
	Intenzitet dopunske boje	5	srednja	
	Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjesa sa slabo izraženim prugama	
	Čaška			
	Udubljenje	2	umjereno izraženo	
	Veličina	7	velika	
	Lenticеле			
	Prisutnost	5	srednje brojne	
	Veličina	3	male	

Primka: SLIČNA BOŽIĆNICI

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	7	debeli	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	7	mnogobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	2	žućkastoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja			
	Osnovna boja	4	bijelozelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	5	srednja	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena	
	Intenzitet dopunske boje	7	tamna	
	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	Udubljenje	3	jako izraženo	
	Veličina	5	srednja	
	Lenticеле			
	Prisutnost	7	mnogobrojne	
	Veličina	5	srednje	

Primka: ŠILJKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	4	viseći	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	2	dvostruko oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	2	koničan	 
	Boja	Osnovna boja	5	žutozelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena
		Intenzitet dopunske boje	3	svijetla
	Čaška	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa
		Udubljenje	2	umjereno izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	7	mnogobrojne
		Veličina	3	male

Primka: ŠPIČKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	3	obješen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	5	srednji	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	7	tamnozelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	2	u istoj razini	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja	Osnovna boja	6	zelena
		Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	7	velika
		Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	3	crvena
		Intenzitet dopunske boje	5	srednja
		Struktura dopunske boje	2	crvena bez primjese sa slabio izraženim prugama
	Čaška	Udubljenje	3	jako izraženo
		Veličina	5	srednja
	Lenticеле	Prisutnost	3	malobrojne
		Veličina	3	male

Primka: TVRDIKA

Svojstvo		Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	3	slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	3	tanak	
	Duljina internodija	1	vrlo kratki	
	Boja na osunčanoj strani	4	srednjesmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	7	dugačka	
	Širina	7	široka	
	Omjer duljine i širine	3	mali	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	3	oštro nazubljeni tip 1	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	5	srednjecrvena	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	
	Boja			
	Osnovna boja	2	bijeložuta	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	1	nije prisutna ili vrlo mala	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena	
	Intenzitet dopunske boje	3	svijetla	
	Struktura dopunske boje	5	prugasta	
	Čaška			
	Udubljenje	2	umjereno izraženo	
	Veličina	5	srednja	
	Lenticеле			
	Prisutnost	3	malobrojne	
	Veličina	3	male	

Primka: **ŽELEŽNICA**

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	1	vrlo slaba	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	2	raširen	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	3	svijetlosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	7	jaka	
	Prisutnost lenticela	3	malobrojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	3	svijetlozelen	
	Nazubljenost ruba	1	oblo nazubljeni	
	Dlakavost naličja	2	srednja	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	4	tamnoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	1	valjkast sa strukom	
	Boja			
	<i>Osnovna boja</i>	5	žutozelena	
	<i>Relativna površina prekrivena dopunskom bojom</i>	5	srednja	
	<i>Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom</i>	3	crvena	
	<i>Intenzitet dopunske boje</i>	5	srednja	
	<i>Struktura dopunske boje</i>	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	<i>Udubljenje</i>	3	jako izraženo	
	<i>Veličina</i>	5	srednja	
	Lenticle			
	<i>Prisutnost</i>	5	srednje brojne	
	<i>Veličina</i>	5	srednje	

Primka: ŽUTA ZIMSKA

	Svojstvo	Ocjena	Opisno	Fotografija
STABLO	Bujnost	5	srednja	
	Tip rasta	2	razgranat	
	Habitus	4	viseći	
JEDNOGODIŠNJI IZBOJAK	Debljina	5	srednji	
	Duljina internodija	3	kratki	
	Boja na osunčanoj strani	2	crvenosmeđa	
	Dlakavost na gornjoj polovici	5	srednja	
	Prisutnost lenticela	5	srednje brojne	
LIST	Duljina	5	srednja	
	Širina	5	srednja	
	Omjer duljine i širine	5	srednji	
	Intenzitet zelene boje	5	srednjezelen	
	Nazubljenost ruba	4	oštro nazubljeni tip 2	
	Dlakavost naličja	3	jaka	
CVIJET	Prevladavajuća boja u fazi balona	2	žućkastoružičasta	
	Raspored latica	3	preklapaju se	
	Položaj njuške tučka u odnosu na prašnike	3	iznad	
PLOD	Osnovni oblik	7	obrnuto elipsoidan	 
	Boja			
	Osnovna boja	6	zelena	
	Relativna površina prekrivena dopunskom bojom	3	mala	
	Nijansa dopunske boje s odstranjenim maškom	1	narančastocrvena	
	Intenzitet dopunske boje	3	svijetla	
	Struktura dopunske boje	1	crvena bez primjesa	
	Čaška			
	Udubljenje	2	umjereno izraženo	
	Veličina	7	velika	
	Lenticele			
	Prisutnost	5	srednje brojne	
	Veličina	3	male	

Prilog 6. Genetički profili svih analiziranih tradicionalnih genotipova jabuke i standardnih sorti upotrebom 12 SSR biljega

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01			Hi02c07		CH01f02			CH01f03b		
'Petrovača žuta'	110	128		96	100	111	113		114	150	180	186		136	143	
'Bjeličnik'	110	128		96	100	111	113		114	150	180	186		136	143	
'Starkova'	106	133		96	107	119			114	118	168	186		158	162	
'Starkova najranija'	106	135		96	107	119			114	118	168	186		158	162	
'Gospojinka A'	96	106	108	88	96	113	115	129	116	150	180	182		136	170	
'Grafenštajn'	96	106	108	88	96	113	115	129	116	150	180	182		136	170	
'Kraljevčica kasna'	96	106	108	88	96	113	115	129	116	150	180	182		136	170	
'Gospojinka B'	106	110		88	101	113	129		110	116	168	178	203	136	170	
'Žuta jesenska 115'	106	110		88	101	113	129		110	116	168	178	203	136	170	
'Šarlamovski'	94	108		96	98	109	115		114	116	168	190		136	170	
'Budimka'	94	108		96	98	109	115		114	116	168	190		136	170	
'Funtača'	96	106		96		115	119	129	114	116	150	176	182	203	136	170
'Šarulja'	94	133		96		103	119		116	118	168	178		136	178	
'Baumanova reneta'	94	133		96		103	119		116	118	168	178		136	178	
'Crvenka'	120	133		88	96	113	115		110	116	168	205		158	170	
'Krivopeteljka'	106	133	137	88	96	113	115	125	116	118	150	178	180	182	136	170
'Bobovec'	106	133	137	88	96	113	115	125	116	118	150	178	180	182	136	170
'Crvena djevojačka'	106			96		113	115		114	118	168	180		170		
'Malinovača'	106			96		113	115		114	118	168	180		170		
'Irmgard'	106	133		96		117	119		114	116	118	178	182	221	136	170 178
'Muškatnica'	112	120		88	96	113	117		116		158	182		136	178	
'Kamenica'	112	120		88	96	113	117		116		158	182		136	178	
'Slatka srčika'	106	112		88	96	103	125	129	116	118	180	182	203	136	170 178	
'Crvena kožara'	106	112		88	96	103	125	129	116	118	180	182	203	136	170 178	
'Francuska kozara'	106	112		88	96	103	125	129	116	118	180	182	203	136	170 178	
'Slavonska srčika'	106	112		88	96	103	125	129	116	118	180	182	203	136	170 178	
'Crveni Boskop'	106	112		88	96	103	125	129	116	118	180	182	203	136	170 178	
'Crvena zimsko'	110	112		88	96	113	129		116	150	205			170		

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01			Hi02c07		CH01f02			CH01f03b				
'Crvena caklenka'	110	112		88	96	113	129		116	150		205		170				
'Jonatan'	110	112		88	96	113	129		116	150		205		170				
'Slovenka'	110	140		96	100	115	117		114	118		168	182	158	170			
'Carević Rudolf'	110	140		96	100	115	117		114	118		168	182	158	170			
'Šampanjka A'	106			96	113	117	129		116			180	182	136	182			
'Šampanjka B'	106			96	113	117	129		116			180	182	136	182			
'Bijela ribnjača'	94	108		96		115	117		114	118		188	207	136	158			
'Turkova'	94	108		96		115	117		114	118		188	207	136	158			
'Slična Božićnici'	110	112		96		113	129		118	150		180	205	156	170			
'Svijetla musulja'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Cox's Orange'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Siva jesenska reneta'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Winston'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Parkerov peping'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Bijela zimska rebrača'	96	106	110	88	96	103	119		110	116		168	178	170	178			
'Div jabuka'	106	110	112	88	96	113	117	129	118			178	182	205	136	170		
'Lijepocvjetka'	94	112		96	107	115	129		106	114		172	178		158	178		
'Kanada A'	106	110	112	88	96	111	115	129	116	118		178	180		136	158		
'Kanada B'	106	110	112	88	96	111	115	129	116	118		178	180		136	158		
'Zelenika'	96	110	112	88	107	113	117	129	106	116		172	180	203	158	160	178	
'Božićnica A'	96	116		96	101	107	111	115	117	110	116	118	168	178	182	136	170	
'Zeleni štetinec'	94	110	133	96	107		109	111	113	106	116		168	205		136	158	170
'Slavonska srčika-Milić'	94	110	133	96	107		109	111	113	106	116		168	205		136	158	170
'Ontario'	106			88	96		129			116			180			156	178	
'Slava svijeta'	94	106		88	96		117	129		114	116		178	205		136		
'Kablarka'	106			88	96	103	111	115	129	114	116	118	168	178	180	136	158	
'Pisanika ranka'	96	106	128	88	100	103	113	115		106	114	118	182	186	203	136	170	
'Ječmenika 123'	104	110		88	96		115	119		116	124		168	180		143	176	

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01			Hi02c07			CH01f02			CH01f03b		
'Ječmenika 151'	104	110		88	100	113	117		116	124		191	221		136	170	
'Mantet'	104	110		88	100	113	117		116	124		191	221		136	170	
'Kraljevača'	104	106		88	96	113	117		110	118		178	205		136	158	
'Harbertova reneta'	112	120		88	96	129			108	150		180	203		170		
'Jesenska žuta 103'	108	133		96		113	117		114	116		188	205		136	178	
'Peasgood'	108	133		96		113	117		114	116		188	205		136	178	
'Lubeničarka'	96	106		96	107	119	129		110	150		172	203		170		
'Zelenika 77'	110	114	129	96		129			116			172	180		136	170	
'Red Melba'	96	104		96	100	113			118	124		172	221		170		
'James Grieve'	106	108		96		117	119		120	150		203	205		158		
'Staymared'	106	118	120	96		109	115	119	110	114		178	182		136	170	
'Kardinal'	106	112	114	130	88	96	103	111	119	110		178	180	203	136	170	182
'Car Aleksandar'	106	112	114	130	88	96	103	111	119	110		178	180	203	136	170	182
'Zelenika 35'	94	104	106		88	96	103	113	115	116		168	205		158	170	
'Zelenika 109'	94	104	106		88	96	103	113	115	116		168	205		158	170	
'Senabija'	100	108		96	98		113	115		114	116	168			136	154	
'Blatnjača'	108	133		96			117	119		116	150	168	205		158	170	
'Slačica'	108	131		96	98		113	115		114	116	168	178		170	178	
'Bihorka'	108	118		88	98		113	117		114		168			136	170	
'Križara'	120	133		88	96		111	113		106	116	178	225		136	158	
'Ivanlija'	106	112		96	103		111	113		118		172	180		136	170	
'Žuta zimska'	94	131	140	88	96	100	107	111	113	110	116	118	168	199	221	136	170
'Tvrđika'	96	133		100	105		115	117		118		168	205		158	178	
'Galetina'	104	120		88	96		113			118	150	178	205		158	170	
'Kristalka'	94	106		88	96		111	117		114	150	168	178		136	170	
'Crvena ribnjača'	106			96	107		115			114	116	168	205		170	178	
'Florianer rosmarin'	94	133		88	96		115	117		116		168	172		158	178	
'London peping'	110	112		88	107		117	129		106	150	178	205		170		
'Božićnica B'	106	110		96	101		113	129		108	118	168	188		158		

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01		Hi02c07			CH01f02			CH01f03b		
'Šiljika'	106	110	140	88	107	119		114	118	131	168	182	158	170	178	
'Adamovka petrovka'	96	106		96		113	119	114			168		156	158		
'Jesenska žuta 133'	96	106	140	96		117		116			168	190	199	158	170	
'Rajska'	106	133		96		111	125	116			168	182		158	178	
'Prinčevka'	96	112		88	115	113	117	116			180			170		
'Slavonska srčika-Podravina'	106	120		96	101	103	111	113	110	114	116	168	182	136	156	170
'Slavonska srčika-Karolina'	106	112		96	115	113	129		116	118		178	205	158	170	
'Carevka'	106	133		96		111			106	118		182	205	136	158	
'Meglena'	94	133		88	96	115	117		114	116		182	203	136	170	
'Orahovačka'	106	110		96	107	115			116			168	178	158	170	
'Adamčica'	96	106		88	107	115	129		116			160	168	158	178	
'Cigančica'	96	133		96		111	115		116			182		158	170	
'Klopčenka'	96	112		96	103	115	117		110	116		186	203	158		
'Bijela repica'	106	110		96	107	111	117		118			168		136	170	
'Željeznjača'	106	112	120	96	101	103	107	113	110	116	118	168	182	136	156	158
'Prijedorska zlenika'	96	133		88	103	117			116	118		168	190	136	160	
'Lojzendorf'	96	106		96	107	119	129		110	150		172	203	170		
'Hrapavka rana'												168		160	176	
'Čelenika ljetna'												186	193	136	170	
'Imperica'	110	112		88	96	113	129		116	150		205		170		
'Mađarica'	106	110	112	88	96	113	117	129	118			178	182	205	136	170
'Hrapava zvonasta'	106			96	101	111	113		116			178	180		136	170
'Bisera'	104	110		88	100	113	117		116	124		191	221	136	170	
'Dulibarka'	106	131		96	100	111	129		116			172		136	170	
'Dulibe velika'	106	110	133	88	107	111	113	129	106	114		180	186	136	158	170
'Muškotelka'	94	108		88	103	107	113		110	116		168	205	158	178	
'Jaje'	96	112		96	101	113	115		114	118		182	193	170	178	
'Rebrača Brinje'	110	133		96	107	117	119		106	150		178	205	170	176	
'Žuta Brinje'				88	96	111	129		106	150		180	182	136	170	178

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01			Hi02c07		CH01f02			CH01f03b		
'Špička'	96	106	133	88	101	115	129		106	114	168	182		136	158	178
'Kasler reneta'	106	112	120	88	96	111	117	129	110	150	180	182	184	136	178	
'Brtavka'	96	140		103	105	119	131		114		188	201		158	178	
'Klanferica'	96	110		96	101	115	123		116		180	190		143	158	
'Lovrenčovka'	96	106	108	88	96	113	115	129	116	150	180	182		136	170	
'Slatka'	96	110		96	101	115	123		116		180	190		143	158	
'Bužlovka'	106	110		96		113			116		168	191		168	170	
'Želežnica'	112	133		88	100	115	117		106	116	168	190		158	170	
'Grofova'	94	106	112	88	96	115	117		110	116	168	178	182	136	170	176
'Rožnik'	106	114	140	88	101	113	127		110	116	168	178	184	136	170	
'Rožmarinka'	94	96		88	96	113	117		116		168	190		158	170	
'Ljetni mošancelj'	120	133		88	96	113	127		110	116	168	186		170		
'Jakobovka'	106	110	133	88	107	111	113	129	106	114	180	186		136	158	170
'Carska reneta'	106	110		88	101	113	129		110	116	168	178	203	136	170	
'Krvavka'	120	133		88	96	113	115		110	116	168	205		158	170	
'Prsnika'	94	112		96	107	115	129		106	114	172	178		158	178	
'Ferdekelca'											188	209		136	170	
'Golubica'	94	106		88	96	115	117		106	118	186	191		170		
'Grinštantin'				96		129			116		172	180		136	170	
'Dugata'	94	133		88	96	115	117		114	116	182	203		136	170	
'Čebulka'	94	96		88	100	115	117		116	118	168	182		136	178	
'Bijela zimska rebrača'	104	112		96		119	129		118	150	180			158	176	
'Žrnovnička jabuka'	106			88	101	113	115		116	118	168	180		136	158	
'Mašanka'	106			88	101	113	115		116	118	168	180		136	158	
'Srčika 1'	94	110	133	96	107	111	113		106	116	168	205		136	158	170
'Srčika 2'	94	110	133	96	107	111	113		106	116	168	205		136	158	170
'Dogaja'	100	108		98		115			114	116	168			154	170	
'Krupnara'	94	104	106	88	96	103	113	115	116	118	168	205		158	170	
'Duplokorka'	120			96		113	119		114		182	205		170		

Ime primke	CH04c07			CH01h10		CH01h01		Hi02c07		CH01f02		CH01f03b				
'Vrtna'	108	110		96	100	111	117	114	150	188	205	170	178			
'Mirišljava Budići'	120	133		88	96	113	115	110	116	168	205	158	170			
'Crveni Astrahan'	106	133		96	107	117	119	116	118	186	205	143	162			
'Virginska ružica'	94	106		88	96	111	117	116		178	205	136	170			
'Bijela zimska'	96	106	110	88	96	103	119	110	116	168	178	170	178			
'Wagener'	106	112		88	96	115	119	110	116	178	217	138	178			
'Lesans kalvil'	96	116		96		107	123	116		168		143	170			
'Trijerska vinovača'	96	106		107	137	111	129	114	122	182		158	170			
'Damasonska reneta'				88	96	115	129	110	114	178	182	158	170			
'Lopatičanka'	96	108		96		115	117	110	116	168	193	136	170			
'Stara šara'				88	107	111	113	129	106	114	180	186	136	158	170	
'Bojkova'	94	106		88	96	115	119	106	116	118	178	217	136	170	178	
'Prinčeva'				88	96	117	119	110	114		182	190	136	170		
'Crvena škrobotavka'	106	120	133	88	96	115	117	106	116		180	204	136	158	170	
Z'uccalmaglio reneta'	106	133		88	96	113	119	114	116		178	182	158	176		
'Harbertova reneta'	106	112	120	88	96	111	117	129	110	118	150	182	184	136	178	
'London peping'	110	133		96	107	117	119		106	150		178	205	170	176	
'Zvonolika'	106	120		96		117	119		110	118		190	221	170	178	
'Zvezdasta reneta'	94	106		96	107	111			106			182	185	178		
'Dolenjska voščenska'	96	112		88	100	111	116	118	116			168	182	136	170	178
'Paradoks'	96	133		88	96	115			116	150		182	205	170	178	
'Majdofija'	106	112	120	96	101	103	107	113	110	116	118	168	182	136	156	158
'Slavonska srčika'	94	110	133	96	107	109	111	113	106	116		168	205	136	158	170
'Ljetni špincl'	108	133		96	107	115	119		110	116		168	180	170	176	
'Cox's Orange'	106	112		96		117	129		116	150		203	205	158		
'Umačka'	112	133		88		115	117		110	114		178	182	170	178	
Standardne sorte																
'Jonagold'	94	112		88	107	115	117	129	110	116		168	178	205	136	170
'Golden Delicious'	94	112		88	107	115	117		110	116		168	178		136	170

Standardne sorte	CH04c07		CH01h10		CH01h01		Hi02c07		CH01f02		CH01f03b	
'Red Delicious'	118	133	88	96	115		114	116	178	182	136	178
'Idared'	110	112	96		113	129	118	150	180	205	156	170
'Fuji'	106	118	88	96	115		114	116	180	182	170	178
'Pinova'	108	112	100	107	117	129	110	116	168	203	138	176
'Summerred'	106		96	107	113	117	110	150	170	203	143	170
'Royal Gala'	94	133	88	107	117	129	114	116	168	203	170	178
'Elstar'	94	112	107		111	117	116	150	168		138	
'Braeburn'	110	133	96		115	129	116	0	178	205	158	178
'Topaz'	108	133	96		117	119	116	150	168	205	158	170

Ime primke	GD12			GD147			CH04e05			CH02d08			CH02c11			CH02c09		
'Petrovača žuta'	148	150		131	137		202	208		214	224		215	221		244	248	
'Bjeličnik'	148	150		131	137		202	208		214	224		215	221		244	248	
'Starkova'	150	182		150	154		173	220		210	224		215	225		242	256	
'Starkova najranija'	150	182		150	154		173	220		210	224		215	225		242	256	
'Gospojinka A'	147	148		131	137	150	196	208		224	254		213	215	221	254	256	
'Grafenštajn'	147	148		131	137	150	196	208		224	254		213	215	221	254	256	
'Kraljevčica kasna'	147	148		131	137	150	196	208		224	254		213	215	221	254	256	
'Gospojinka B'	148	150		137	145	147	173	200	208	224	254		205	217	225	232	250	
'Žuta jesenska 115'	148	150		137	145	147	173	200	208	224	252	254	205	217	225	232	250	
'Šarlamovski'	151	152		131	150		200	210		214	222		215	225		234	252	
'Budimka'	151	152		131	150		200	210		214	222		215	225		234	252	
'Funtača'	153	182		131	137	147	173	200		210	254		217	225	227	232	244	
'Šarulja'	147	182		131	137		173			210	228		215	231		244	256	
'Baumanova reneta'	147	182		131	137		173			210	228		215	231		244	256	
'Crvenka'	148			131	137		173	208		224	246		215	235		254	256	
'Krivopeteljka'	147	153	162	137	141		173	208	220	224	254		205	235		244		
'Bobovec'	147	153	162	137	141		173	208	220	224	254		205	235		244		
'Crvena djevojačka'	150	157		150			196	200		254			231			242	244	
'Malinovača'	150	157		150			196	200		254			231			242	244	
'Irmgard'	148	153	182	131	137	141	208	216	222	212	228	254	217	231	235	242	256	
'Muškatnica'	148			131	137		196	208		224	228		221	231		232	244	
'Kamenica'	148			131	137		196	208		224	228		221	231		232	244	
'Slatka srčika'	138	147	182	123	137		173	208		212	224	228	217	229	231	232	248	254
'Crvena kožara'	138	147	182	123	137		173	208		212	224	228	217	229	231	232	248	254
'Francuska kozara'	138	147	182	123	137		173	208		212	224	228	217	229	231	232	248	254
'Slavonska srčika'	138	147	182	123	137		173	208		212	224	228	217	229	231	232	248	254
'Crveni Boskop'	138	147	182	123	137		173	208		212	224	228	217	229	231	232	248	254
'Crvena zimska'	148			131	147		173	200		228	254		227	233		248	256	
'Crvena caklenka'	148			131	147		173	200		228	254		227	233		248	256	
'Jonatan'	148			131	147		173	200		228	254		227	233		248	256	

Ime primke	GD12		GD147		CH04e05		CH02d08		CH02c11		CH02c09					
'Slovenka'	148	151	137	150	173	208	210	246	213	221	242	244				
'Carević Rudolf'	148	151	137	150	173	208	210	246	213	221	242	244				
'Šampanjka A'	148	153	137	147	173	214	206	254	205	225	242	244				
'Šampanjka B'	148	153	137	147	173	214	206	254	205	225	242	244				
'Bijela ribnjača'	147		137	150	208	210	210	224	235		244	250				
'Turkova'	147		137	150	208	210	210	224	235		244	250				
'Slična Božićnici'	148		131	145	173	226	224	228	227	233	242	248				
'Svijetla musulja'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Cox's Orange'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Siva jesenska reneta'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Winston'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Parkerov peping'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Bijela zimska rebrača'	147	148	139	147	150	173	196	210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Div jabuka'	147	148	153	131	137	173	196	224	228	254	205	225	235	244	248	
'Lijepocvjetka'	148		135	150	173	196	222	246	217	227	232	256				
'Kanada A'	148	150	137	147	173	200	210	228	254	205	213	227	232	244	254	
'Kanada B'	148	150	137	147	173	200	210	228	254	205	213	227	232	244	254	
'Zelenika'	148	182	131	137	200	202	224	228	254	227	233	235	254	256		
'Božićnica A'	147	150	157	141	152	156	173	200	208	206	210	205	209	261	244	252
'Zeleni štetinec'	147	151	174	131	139	150	173	208	222	246	205	215	231	240	242	254
'Slavonska srčika-Milić'	147	151	174	131	139	150	173	208	222	246	205	215	231	240	242	254
'Ontario'	148		143	145	196	208	224	248	205	227	232	244				
'Slava svijeta'	148	153	137		173	208	228	254	205	225	256					
'Kablarka'	148	182	137		173	208	216	210	228	254	205	231	233	242	244	
'Pisanika ranka'	148	150	131	135	141	173	196	208	214	254	215	231	248	256		
'Ječmenika 123'	150	182	131	152	173	222	214	254	227	235	242					
'Ječmenika 151'	147	148	137	150	200	222	210	254	213	227	244	256				
'Mantet'	147	148	137	150	200	222	210	254	213	227	244	256				

Ime primke	GD12			GD147			CH04e05			CH02d08			CH02c11			CH02c09		
'Kraljevača'	182	190		131	150		173	208		254		227	231		232	242		
'Harbertova reneta'	147	148		137			173			224	254	227			232	244		
'Jesenska žuta 103'	148			131	139		222			210	216	221	231		238	256		
'Peasgood'	148			131	139		222			210	216	221	231		238	256		
'Lubeničarka'	148			139	143		173			250	254	235			254	256		
'Zelenika 77'	148			139	143		173			210	228	205	229		244	254		
'Red Melba'	147	182		131	150		208	222		210	254	213	227		232	248		
'James Grieve'	148			131	150		173	198		228	254	215	235		232	248		
'Staymared'	147	148	153	131	137	152	173	200	202	210	216	229	231	235	232	242	254	
'Kardinal'	148			139	143	147	173	200	208	210	224	254	217	225	233	232	244	256
'Car Aleksandar'	148			139	143	147	173	200	208	210	224	254	217	225	233	232	244	256
'Zelenika 35'	148	151		131	133	147	173	208	226	210	224	254	225	231		248	254	
'Zelenika 109'	148	151		131	133	147	173	208	226	210	224	254	225	231		248	254	
'Senabija'	152	184		131	150		173	200		212	214	205	225		252	254		
'Blatnjača'	148	190		137	150		173	200		250	254	227	231		244	256		
'Slačica'	148	153		141	150		173	200		214		215	239		240	254		
'Bihorka'	148	152		150			173			210	214	225	259		244	252		
'Križara'	148			131	147		173	208		246		213	229		244	248		
'Ivanlija'	148	162		137	156		173	208		210	222	213	235		244	252		
'Žuta zimsko'	148	151		133	150		173	208		228	254	221	225	259	240	244	254	
'Tvrđika'	147	148		133	150		200	208		210	254	241	259		244	254		
'Galetina'	148	153		123	137		173	220		210	254	205	231		232	254		
'Kristalka'	150	182		131	150		208			210		221			232	254		
'Crvena ribnjača'	147	148		131	150		173	216		210		231			232	248		
'Florianer rosmarin'	147	148		131	147		200	208		210	224	229	235		250	256		
'London peping'	148	162		131	147		200	208		210	228	231	233		232	256		
'Božićnica B'	148	153		137	156		173	224		228	252	221	235		244			
'Šiljika'	148	150		137	150		173	196	218	210	248	231	259		244	248		
'Adamovka petrovka'	160	182		139	150		200	216		210	212	215			232	254		

Ime primke	GD12			GD147			CH04e05			CH02d08			CH02c11			CH02c09		
'Jesenska žuta 133'	147	184		133	150		173	208	216	210	212		205	221	259	240	244	252
'Rajska'	147	182		137	139		173	208		210	224		205	231		252	254	
'Prinčevka'	148	153		137			173	200		224	254		233	235		256		
'Slavonska srčika-Podravina'	150	153		137	145	147	173	208		210	216	246	205	221		232	242	244
'Slavonska srčika-Karolina'	148	150		131	147		173	200		210	254		225			232	242	
'Carevka'	148			137	150		173	-		210	254		215	217		232	256	
'Meglena'	148			131	147		173	200		210	254		217	227		232	244	
'Orahovačka'	148	150	184	131	150		173	196	208	210	214	254	205	231	259	234	244	252
'Adamčica'	148	153		131	150		181	200		210	228		213	231		248	252	
'Cigančica'	147	148		150	156		208			210			205	213		240	252	
'Klopčenka'	150	153		135	139		200	218		210	224		213	235		232	244	
'Bijela repica'	150			131	145		173	187		222	246		221	227		232	240	
'Željeznjača'	148	150	153	137	145	150	173	208		210	246	254	205	221	231	232	244	
'Prijedorska zlenika'	147	148		131	150		173	181		228	252		225	231		240	248	
'Lojzendorf'	148			139	143		173			248	252		235			254	256	
'Hrapavka rana'	147	148		147	150													
'Čelenika ljetna'	148	160		139	150													
'Imperica'	148			131	147		173	200		228	252		227	233		248	256	
'Mađarica'	147	148	153	131	138		173	196		224	228	252	205	225	235	244	248	
'Hrapava zvonasta'	148	150		129	137		208			216	252		221	225		244	252	
'Bisera'	147	148		138	150		200	222		210	252		213	227		244	256	
'Dulibarka'	147	148		137	139		200			208	216		235	259		244	254	
'Dulibe velika'	138	150	182	139	150		173			210	224		213	221	235	232	244	256
'Muškotelka'	148	153		143	147		173	216		208	216		221	225		238	240	
'Jaje'	150	174		131	145		173	208		244	252		205	231		250	252	
'Rebrača Brinje'	150	162		131	141		173	208		210			217	231		232	242	
'Žuta Brinje'	148			135	137					204						242		
'Špička'	148	153		131	150	156	173	196	208	210	224	252	213	231		232	240	252

Ime primke	GD12			GD147			CH04e05			CH02d08			CH02c11			CH02c09		
'Kasler reneta'	148			131	135	138	173	200		224	252		205	215	231	232	244	256
'Brtavka'	147			131	150		173	208		210	246		235	261		248	252	
'Klanferica'	147	150		150			173	208		222	244		221	229		244	248	
'Lovrenčovka'	148			131	137	150	196	208		224	252		213	215	221	254	256	
'Slatka'	147	150		150			173	208		222	244		221	229		244	248	
'Bužlovka'	182	184		139	150		200	208		210	216		209	213		250	254	
'Železnica'	148			131	156		173	208		210	252		213	227		232	244	
'Grofova'	148	160	190	138			173			222	224	228	205	217	231	242	256	
'Rožnik'	147	148	150	131	137	150	196	200	208	210	224	228	213	229	261	242	250	254
'Rožmarinka'	153	182		131	150		173	196		210	252		213	227		240	248	
'Ljetni mošancelj'	148	153		141	145		173	200		210	216		235			232		
'Jakobovka'	138	150	182	139	150		173			210	224		213	221	235	232	244	256
'Carska reneta'	148	150		138	145	147	173	200	208	224	252		205	217	225	232	250	
'Krvavka'	148			131	137		173	208		224	244		215	235		254	256	
'Prsnika'	148			135	150		173	196		222	244		217	227		232	256	
'Ferdekelca'	150			139														
'Golubica'	150	160		131	139		196	200		216	224		213	215		232	250	
'Grinštantin'	148			139	143		173			210	228		205			244	254	
'Dugata'	148			131	147		173	200		210	252		217	227		232	244	
'Čebulka'	148	153		131			208			222	224		225	231		240	248	
'Bijela zimska rebrača'	148	153		137			200			252			213	227		254	256	
'Žrnovnička jabuka'	148	153		137	145		173	208		210	252		221	227		232	244	
'Mašanka'	148	153		137	145		173	208		210	252		221	227		232	244	
'Srčika 1'	147	150	174	131	139	150	173	208		222	244		205	215	231	240	242	254
'Srčika 2'	147	150	174	131	139	150	173	208		222	244		205	215	231	240	242	254
'Dogaja'	147	152		141	150		196	200		214	228		215	225		250	254	
'Krupnara'	148	150		131	133	147	173	208	226	210	224	252	225	231		248	254	
'Duplokorka'	148	182		131	137		173			210	216		213	215		242	254	

Ime primke	GD12		GD147		CH04e05		CH02d08			CH02c11			CH02c09					
'Vrtna'	148	150		141	150		173	196		210	216		217	225		232	238	
'Mirišljava Budići'	148			131	137		173	208		224	244		215	235		254	256	
'Crveni Astrahan'	148	150		137	150		173			210	224		215	235		242	256	
'Virginska ružica'	148	190		137	150		173			210	222		205	231		232	256	
'Bijela zimska'	148			139	147	150	173	196		210	224	228	217	231	233	232	244	254
'Wagener'	148			137	141		173	216		212	222		213	217		242		
'Lesans kalvil'	147	150		137	156		216	224		210	222		221	259		232	244	
'Trijerska vinovača'	138	148		137	141		173	200		210	224		235			232	244	
'Damasonska reneta'	148			131	137	147				210	224		213	221	227	232	242	256
'Lopatičanka'	153	184		131	139		196	208		210	254		205			244	250	
'Stara šara'	138	150	182	139	150					210	224		213	221	235	232	244	256
'Bojkova'	148	153	182	131	137	141				212	216	228	231	235		232	242	256
'Prinčeva'	148			137	147					210	254		213	217		254	256	
'Crvena škrobotavka'	148	151	182	123	137	139	173	208		204	212	254	213	235		248	254	
'Zuccalmaglio reneta'	148			137	145		173	196		224	228		225	227		232	256	
'Harbertova reneta'	148			131	135		173	200		224	254		205	215	231	232	244	256
'London peping'	150	162		131	141		173	208		210			217	231		232	242	
'Zvonolika'	148	153		137	141		173	216		212	254		213	235		242	254	
'Zvezdasta reneta'	147			131	137		200			210	254		215	229		256		
'Dolenjska voščenska'	147	153		131	150	156	173	196	208	210	222		205	227	231	240	244	252
'Paradoks'	148	153		133	152		202	204		210	224		205			254	256	
'Majdofija'	148	150	153	137	145	150	173	208		210	246	254	205	221	231	232	244	
'Slavonska srčika'	147	150	174	131	139	150	173	208		222	246		205	215	231	240	242	254
'Ljetni špincl'	148	182		137	147		173	200		224	254		231	235		242	256	
'Cox's Orange'	148	153		139	150		173	198		254			215			232	256	
'Umačka'	148	153		137	152		173	202		210	222		205	217		242	244	
Standardne sorte																		
'Jonagold'	148	190		131	137		173			222	224	228	217	227	231	242	248	256
'Golden Delicious'	148	190		137			173			222	224		217	231		242	256	

Standardne sorte	GD12		GD147		CH04e05		CH02d08		CH02c11		CH02c09	
'Red Delicious'	147	153	138	152	173	202	210	216	205	231	244	254
'Idared'	148		131	145	173	226	224	228	227	233	242	248
'Fuji'	147	153	137	150	173	200	210		227	231	232	244
'Pinova'	148	190	137	150	173	198	216	222	225	231	242	256
'Summerred'	148		137		173	222	210	228	213	217	256	
'Royal Gala'	147	190	137	150	173		224	254	215	231	232	242
'Elstar'	148		137	150	173	196	222	254	221	231	242	256
'Braeburn'	147	153	137	152	200	202	216	254	205	231	244	256
'Topaz'	148	190	137	150	173	200	250	254	227	231	244	256