

## Genotype authenticity of the major fig (*Ficus carica* L.) cultivars in Croatia

### Vjerodostojnost genotipa glavnih sorata smokve (*Ficus carica* L.) u Hrvatskoj

Luka IVKOVIĆ<sup>1</sup>, Dunja BANDELJ<sup>2</sup>, Alenka BARUCA ARBEITER<sup>2</sup>, Goran FRUK<sup>1</sup>, Ivan PEJIC<sup>1</sup> (✉)

<sup>1</sup> University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia

<sup>2</sup> University of Primorska, Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies, Glagoljaška 8, SI-6000 Koper, Slovenia

✉ Corresponding author: [ipejic@agr.hr](mailto:ipejic@agr.hr)

Received: April 27, 2024; Accepted: November 20, 2024

#### ABSTRACT

The fig is one of the oldest fruit species in the world. The intensity of fig cultivation in Croatia varied from complete neglect to gradual revitalization and popularization, which raises the question of the uniformity and reliability of the existing cultivars. The choice and availability of different cultivars of figs today is closely related to the offer of nurseries, which are supposed to guarantee the true-to-type genotype of the cultivar. However, observed unevenness of the orchards and numerous cases of synonyms and homonyms point to the non-consistency of cultivar genotype, that is, to the possibility of heterogeneity of the cultivar populations. The goal of this research was to examine the status of genetic uniqueness (distinctness) and uniformity of three economically important fig cultivars in Croatia by applying genetic and pomological identification methods. Genotype analysis using microsatellite markers at seven loci and selected IPGRI descriptors determined the heterogeneity of cultivars within and between production and mother plantations, what opened questions about the identity of some cultivars and the credibility of national fig collections. Basic SSR profiles and fruit descriptions were proposed for examined cultivars. Both, genotyping with molecular markers and appropriate pomological analyses would be necessary to determine the true-to-type genotypes and prime names of all economically relevant fig cultivars.

**Keywords:** true-to-type cultivar, genetic identification, descriptors, SSR

#### SAŽETAK

Smokva je jedna od najstarijih voćnih vrsta na svijetu. Intenzitet uzgoja smokve u Hrvatskoj varirao je od potpunog zanemarivanja do postupne revitalizacije i popularizacije, što otvara pitanje ujednačenosti i pouzdanosti postojećih kultivara. Izbor i dostupnost različitih kultivara smokava danas je usko povezana s ponudom rasadnika koji bi trebali jamčiti točan genotip sorte. Međutim, uočena neujednačenost voćnjaka i brojni slučajevi sinonima i homonima ukazuju na nekonzistentnost genotipa sorte, odnosno na mogućnost heterogenosti unutar populacija sorti. Cilj ovog istraživanja bio je primjenom genetičkih i pomoloških metoda identifikacije ispitati status genetske jedinstvenosti (različitosti) i ujednačenosti triju gospodarski važnih sorti smokve u Hrvatskoj. Analizom genotipa pomoću mikrosatelitnih markera na sedam lokusa i odabranih IPGRI deskriptora utvrđena je heterogenost kultivara unutar i između proizvodnih i matičnih nasada, što je otvorilo pitanja o identitetu nekih kultivara i vjerodostojnosti nacionalnih kolekcija smokava. Predloženi su osnovni SSR profili i ključni opisi plodova ispitivanih kultivara. Kako bi se utvrdili točni genotipovi i glavna imena svih ekonomski relevantnih sorata smokve nužno je provesti genotipizaciju molekularnim markerima, kao i primjerene pomološke analize na puno većem uzorku.

**Ključne riječi:** pouzdani kultivar, SSR, genetička identifikacija, morfološki deskriptori

## DETAILED ABSTRACT

The fig (*Ficus carica* L.) is one of the oldest fruit species in the Mediterranean region, with a significant variation in cultivation intensity in Croatia throughout history. In the last twenty years, the status of the fig as a neglected crop has changed for the better. Due to the long tradition of fig cultivation along the Croatian coast, there is an expected problem with assortment, especially the existence of a large number of synonyms and homonyms previously recorded in the literature. This problem, together with the phenotypic variability of the production plantations, which suggests possible heterogeneity of the population, raises doubts about the assortment status and requires verification of the uniqueness and genetic uniformity of available varieties using genetic identification methods. In Croatia, there are currently three fig collection plantations (Dubrovnik, Poreč and Split) curated by national institutes, as well as several others managed by various nurseries. The accessions of collection plantations in Split and Poreč are partially derived from the oldest recorded collection in Dubrovnik. These collections are potentially valuable due to their historical context, but the documentation of the collection in Dubrovnik is missing, raising doubts about the authenticity of the material. Fig research was also carried out in other former Yugoslav Republics, such as Bosnia and Herzegovina and Montenegro, but all collections have been lost over time. The interest in establishing new fig orchards is accompanied by various challenges, including the lack of precise morphological and phenological descriptions of varieties and information on their economic value. The credibility of existing national collections is questionable, highlighting the need for systematic genetic and pomological identification of cultivars at the national level. Several authors have reported positive experiences with the application of SSR markers in reliable variety identification, exemplified by studies in Greece, Italy, and Turkey. In Croatia, recent research has focused on genetic diversity and identification of fig varieties, laying the groundwork for future studies and helping nursery owners and producers to achieve better cultivation practices. This study focuses on establishing the reliable genetic profiles of three major fig varieties in Croatia ('Petrovača bijela', 'Bjelica', and 'Zamorčica') and conducting basic pomological analyses to create brief descriptions of the varieties. To determine the genetic profile of the above varieties, in 2022, samples of young leaves were taken from 1-3 trees from the mother plantation of the Skink nursery in Rovinj, and in the production plantations (1) of the Olive and Wine Agricultural Cooperative (MasVin) in Polača, and (2) OPG Antonio Čorić in the hinterland of Vodice near Gaćezezi, taking leaf samples of four individual trees per variety for each of the three tested varieties. The main goal of this research was to examine the status of genetic uniqueness (distinctness) and uniformity of the three above-mentioned economically important fig cultivars in Croatia by applying genetic and pomological identification methods. Genotype analysis has been performed by using microsatellite markers at seven loci: FCUP001, FCUP003, FCUP022, FCUP038, FCUP059, FCUP075, and FCUP095 (Bandelj et al., 2007, Knap et al., 2016). In addition, selected IPGRI descriptors have been used for basic phenotypic characterisation (IPGRI, 2003). The overall analysis has determined the heterogeneity of cultivars within and between production and mother plantations, which opened questions about the identity of some cultivars and the credibility of national fig collections. Based on comparisons of obtained results with previously published data, basic SSR profiles and fruit descriptions were proposed for examined cultivars.

The results should contribute to the establishment of reliable reference profiles and serve as an aid in the conservation, propagation and improvement of fig cultivation practices in Croatia. To determine the exact genotypes and prime names of all economically relevant fig varieties, it is necessary to carry out genotyping with molecular markers, as well as appropriate pomological analyses on a much larger sample.

## UVOD

Smokva (*Ficus carica* L.) među najstarijim je voćnim vrstama Mediterana, čiji je intenzitet uzgoja tijekom prošlosti u Hrvatskoj značajno varirao. Posljednjih dvadeset godina status smokve kao zanemarene kulture mijenja se nabolje. S obzirom na iznimno dugu tradiciju uzgoja smokve u našem priobalju očekivan je problem sa sortimentom, prije svega postojanja velikog broja sinonima i homonima prethodno zabilježenih u literaturi. Taj problem, uz fenotipsku neujednačenost proizvodnih nasada koja upućuje na mogućnost heterogenosti populacija, budi sumnju u status sortimenta i zahtjeva provjeru jedinstvenosti i genetske uniformnosti dostupnih sorata primjenom genetičke identifikacije. Prema suvremenim smjernicama prakse očuvanja biljnih genetskih izvora, lokalni inventar genetske raznolikosti smokve u određenoj geografskoj regiji obično je prvi korak u katalogizaciji svih različitih ekotipova/sorata. Identificirani, različiti fenotipovi su zatim vegetativno razmnoženi i posađeni u regionalne ili međunarodne kolekcije (banke germplazme, banke gena) gdje se primke dalje opisuju prateći morfološke deskriptore, agronomska svojstva i parametre kvalitete pod jednolikim ekološkim uvjetima, te ih se identificira primjenom molekularnih markera (Bandelj i sur., 2023.). Međutim, taj postupak u Hrvatskoj nije obavljen. U Hrvatskoj danas postoje tri kolekcijska nasada smokve u sklopu javnih instituta i više njih u sklopu različitih rasadnika. Najstariji bi po navodima Bulića (1925.) trebao biti onaj Zavoda za mediteranske kulture u Dubrovniku. Međutim, taj je nasad kasnije iskrčen (prof. dr. sc. Ivo Miljković, usmena komunikacija), a na Zavodu za mediteranske kulture ne postoji nikakva dokumentacija iz tog vremena (dr. sc. Mara Marić, usmena komunikacija). Ostaje nepoznato je li dio izvornog materijala kojeg spominju Bulić i Miljković sačuvan i s njim podignut današnji kolekcijski nasad pa je vjerodostojnost materijala te kolekcije upitna. Drugi je kolekcijski nasad Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu. Njegov fond sorata smokve sastavljen je od materijala: 1. koji potječe iz nekadašnje Stanice za južne kulture u Dubrovniku, 2. od stare kolekcije u Splitu za koju nema pouzdanog rodoslovlja, i 3. iz relativno nedavne

sakupljačke misije. Materijal koji potječe iz Dubrovnika mogao bi biti vrlo vrijedan iako o njemu nije sačuvana izvorna dokumentacija. Treći kolekcijski nasad nalazi se u sklopu Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču. Nasad je podignut između 1988. i 1992. godine. Taj bi materijal zbog toga mogao biti od izuzetne vrijednosti. S obzirom na nekadašnju državnu jedinstvenost južnoslavenskih naroda, podrazumijeva se da je velik broj sorata zbog razmjene rasadničarskog materijala zajednički svim državama u kojima je uzgoj moguć, pa su se tako istraživanja na smokvi provodila i u drugim bivšim Republikama Jugoslavije. Primjerice, Bakarić i sur. (1989.) za Bosnu i Hercegovinu navode da je podizanje kolekcijskog nasada smokve u Gnojnicama počelo 1948. godine, a promatranjem sorata u tom nasadu uspješno su identificirane mnoge sorte uzgajane pod raznim nazivima u Hercegovini i Dalmaciji. Kolekcijski nasad u Gnojnicama više ne postoji, ali Federalni agromediteranski zavod Mostar, ima manju kolekciju smokava na Buni, podignutu 2011. god. Primke iz te kolekcije ne potječu iz kolekcije u Gnojnicama (dipl. ing. Mario Leko, usmena komunikacija), pa se materijal ne može smatrati vjerodostojnim. U Crnoj Gori su stare kolekcije: Topolica, Šušanj i Sutomore odavno uništene. Primke sakupljene još prije Drugog svjetskog rata su izgubljene, zato je materijal nanovo skupljan na terenu i morfološki determiniran (prof. dr. sc. Miroslav Čizmović, usmena komunikacija) što ga također čini nevjerodostojnim. U Sloveniji postoji jedna nacionalna kolekcija smokava koja je podignuta u sklopu projekta „Inicijativa zajednice INTERREG IIIA Susjedski program Slovenije/Mađarske/Hrvatske 2004. – 2006. Revitalizacija uzgoja smokava u Istri”. U nasadu su posađene 22 sorte smokve koje su morfološki opisane (Podgornik i sur., 2010.) i genotipizirane (Bandelj, 2008., Knap i sur., 2016.). U Makedoniji ne postoji kolekcijski nasad sorata smokve (prof. dr. sc. Toshio Arsov, usmena komunikacija). Dakle, uz određene izuzetke, u velikoj mjeri je upitan identitet sorata smokve u nacionalnim kolekcijama. Posljedično, upitna je i vjerodostojnost referentnih sorata iz slovenske baze podataka čije primke su podrijetlom i iz hrvatskih kolekcija. Informacije o sortama iz domaće

stručne literature često su nepovezane i dvosmislene, ali su ključan izvor informacija, prvenstveno naziva bez kojih je praktički nemoguće obaviti sistematizaciju nakon genotipizacije i pravilno razrješiti sinonime i homonime. Iscrpan pregled informacija o sortama smokve, njihovim sinonimima i pokušajima podizanja kolekcijskih nasada i sustavnih istraživanju tijekom 20. stoljeća na prostoru bivše Jugoslavije, a posebno Hrvatske, daje Ivković (2024.). U prilogu ovog rada se donosi i cjeloviti tekst važne publikacije Stjepana Bulića iz 1925., a koji nije dostupan u digitalnom formatu.

U našem istraživanju ograničili smo se na rezultate novijih istraživanja i publikacija vezanih uz stanje sortimenta smokve u rasadnicima i proizvodnim nasadima u Hrvatskoj. Prgomet i Bohač (2003.) navode da u našim priobalnim krajevima uspijeva velik broj sorata, ali malen broj kvalitetnih, te da: „nije točno poznato o kojim se sve sortama radi jer postoji znatan broj lokalnih naziva, a svi ti sinonimi još nisu temeljito sređeni.“ Vego i sur. (2008.) navode da je determinacija sorata smokve vrlo složena, a pomološki sustavi nedovoljno precizni. Bandelj i sur. (2008.) navode da je području slovenske i hrvatske Istre raznolikost sorti odnosno tipova velika, a prisutni su sinonimi i homonimi. Postavlja se pitanje pripadaju li zaista svi zabilježeni sinonimi istom genotipu. Naime, s obzirom na vrijeme prvog sustavnog popisivanja sinonima (Bulić, 1925.) kada na našim prostorima, a ni drugdje u svijetu, nisu bili razvijeni deskriptori za smokvu, niti joj se posvećivala pozornost kao, primjerice vinovoj lozi, ne možemo isključiti mogućnost da u stručnoj literaturi proklamirani sinonimi jedne sorte mogu zapravo biti imena genetički različitih sorti.

Probuđen interes za podizanje novih proizvodnih nasada smokve nažalost prati niz problema kao što su, nedostatna stručna literatura, prije svega manjkavost preciznih morfoloških i fenoloških opisa i informacija o gospodarskoj vrijednosti sorata koje se nalaze u proizvodnji. Problem započinje s upitnom vjerodostojnošću postojećih nacionalnih kolekcijskih nasada, a time i matičnih nasada u rasadnicima. Sve ovo dovoljni su razlozi za pokretanje sustavne genetičke i pomološke identifikacije kultivara na

nacionalnom nivou, prije svega u svrhu zaštite i osiguranja poljoprivrednika.

Brojni autori bilježe pozitivno iskustvo primjene SSR markera u pouzdanoj identifikaciji sorata smokve. Primjerice, u Grčkoj Ganopoulos i sur. (2015.) uspješno koriste sedam mikrosatelitskih markera (MFC, LMFC i Fysc serije) pri analizi genetske raznolikosti i genetičke identifikacije između 90 uzoraka smokve iz Grčke, Italije, Cipra, Španjolske, Turske i Francuske. U Italiji Rodolfi i sur. (2018.) pokreću projekt genetičke identifikacije lokalnih sorata smokve. Uzorci 79 primki prikupljeni iz jedne *ex situ* privatne kolekcije u Toskani (Pescia) analizirani su sa sedam mikrosatelitskih markera (serije MFC i LMFC) izabranih zbog njihove prethodno provjerene visoke razine polimorfности. Genetičkom identifikacijom je između 79 primki utvrđeno 56 različitih genotipova što ranije obavljenim morfološkim obilježjima nije bilo otkriveno. Slučajevi sinonima i homonima unutar kolekcije su sređeni, utvrđen je identitet nepoznate sorte, a rezultati genetičke identifikacije posloženi su u bazu podataka zajedno s morfološkim podacima kako bi se izbjegle greške pri daljnjim analizama. Time je stvoren temelj budućim istraživanjima, a podaci kao referentne vrijednosti pomoći će rasadničarima i proizvođačima pri usklađivanju njihovih nasada s profilima iz kolekcije u svrhu postizanja što bolje proizvođačke prakse. U Turskoj Ergul i sur. (2021.) su analizirali 310 uzoraka smokve prikupljenih iz raznih dijelova Anatolije, a koji su pohranjeni u Nacionalni repozitorij germplazme smokve u sklopu Instituta za istraživanje smokve Erbey-Aydin, i koristeći 14 SSR markera (FCUP, MFC i LMFC serije) su otkrili 36 sinonima i 22 homonima čime su omogućili identifikaciju lokalnih sorata.

Poljuha i sur. (2021.) u dosad najobuhvatnijem istraživanju genetičke raznolikosti i genetičke identifikacije sorata smokve uzgajanih u Hrvatskoj, primjenom SSR markera su analizirali isključivo uzorke primki iz nacionalnih kolekcijskih nasada uz šest referentnih uzoraka iz Slovenije, čime je indirektno stvoren temelj za izradu genetskih profila našeg sortimenta smokve. Glavno pitanje koje se postavlja u takvom načinu uspostave

registra genetskih profila je vjerodostojnost identiteta primki iz kolekcijskih nasada, kao i takozvanih referentnih sorata.

Cilj ovog rada je (1) ustanoviti i potvrditi mikrosatelitske profile za tri vodeće sorte smokve u Hrvatskoj (Zamorčica, Petrovača bijela i Bjelica) za potrebe verifikacije u kolekcijskim i matičnim nasadima, te (2) provedbom pomoloških analiza i pregledom literature izraditi kratke opise sorata.

## MATERIJALI I METODE

U istraživanje su uključene tri glavne tradicijske sorte smokve u uzgoju u Hrvatskoj: 'Zamorčica', 'Petrovača bijela' i 'Bjelica'. Temeljem 4-godišnjih količina proizvedenog rasadničarskog materijala (Tablica 1) 'Petrovača bijela' i 'Zamorčica' određene su kao vodeće, a sorta 'Bjelica' kao prateća sorta.

Za utvrđivanje genetičkog profila navedenih sorata 16. lipnja 2022. uzeti su uzorci mladih listova sa 1-3 stabla iz matičnog nasada rasadnika Skink u Rovinju, te u proizvodnim nasadima (1) Poljoprivredne zadruge Maslina i vino (MasVin) u Polači, i (2) OPG Antonio Ćorić u zaleđu Vodica pokraj Gaćezeza, sa četiri pojedinačna stabla po sorti za svaku od tri ispitivane sorte. Temeljem informacija iz sadnje, a po izjavi vlasnika nasada, uziman je po jedan uzorak s četiri nezavisna stabla svake sorte u nasadu ('Petrovača bijela', 'Zamorčica', 'Bjelica'). Uz ove uzorke uzeto je i 8 uzorka sa starijih stabala nepoznatog ili nesigurnog sortnog statusa, s navedenih i drugih lokacija,

uz pretpostavku da bi mogli biti sinonimi ili genetski srodnici s istraživanim sortama. Stabla su označena i popisana, a nazivi pretpostavljenih sorata, šifre uzoraka i lokacije uzorkovanja prikazani su u Tablici 2. Uzorkovana su 2-3 mlada lista dužine do 5 cm po stablu. Uzorci lista su spremljeni u numerirane plastične vrećice sa silikagelom i pohranjeni u prijenosni hladnjak do dopreme u laboratorij. Genomska DNK izolirana je iz tkiva mladih listova prateći CTAB-PVP protokol (Japelanghi i sur., 2011) s prethodno opisanim modifikacijama (Baruca i sur., 2021). Ekstrahirana DNK je kvantificirana Qubit™ v3.0 fluorimetrom (Invitrogen, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, SAD) i Qubit™ dsDNA BR Assay Kit (Thermo Fisher Scientific). DNK je razrijeđena do 10 ng/μl za PCR reakcije.

### Genetička identifikacija

Za genetičku identifikaciju odabran je mikrosatelitski sustav markera (SSR – *Single Sequence Repeats*). Genotipizacija 39 uzoraka provedena je na sedam mikrosatelitskih lokusa: FCUP001, FCUP003, FCUP022, FCUP038, FCUP059, FCUP075, FCUP095 (Bandelj i sur., 2007., Knap i sur., 2016.). PCR reakcije izvedene su ekonomičnom metodom gdje je *forward primer* produljen s M13(-21) sekvencom od 18 bp na 5' kraju za fluorescentno označavanje (Schuelke, 2000.). Sve amplifikacije su provedene u PCR reakcijama u ukupnom volumenu od 12,5 μl koji sadrži: 1x isporučeni AllTaq PCR pufer, 1x isporučenu Q-otopinu, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, dNTP mješavinu (0,2 mM svakog dNTP-a), 1,25 U AllTaq DNA

**Table 1.** The number of produced seedlings of the three studied varieties in the period from 2018 to 2021 (source: HAPIH 2018 – 2021, Reports on the expert supervision of the production of agricultural planting material in the Republic of Croatia)

**Tablica 1.** Broj proizvedenih sadnica tri proučavane sorte u razdoblju od 2018. do 2021. (izvor: HAPIH 2018. – 2021., Izvještaj o obavljenom stručnom nadzoru nad proizvodnjom poljoprivrednog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj)

Year Godina	Cultivar Sorta		
	'Zamorčica'	'Petrovača bijela'	'Bjelica'
2021.	16370	15913	2800
2020.	22266	14177	2500
2019.	22473	12716	3740
2018.	26882	14661	3240

polimeraze (Qiagen), 0,2 mM reverzni lokus specifični primer i M13(-21) rep obilježen sa 6-FAM, VIC, NED ili PET, 0,1 mM produženi prednji primer, 40 ng DNA. Amplifikacija je izvedena na SimpliAmp™ Thermal Cyclor (Thermo Fisher Scientific). Uvjeti PCR-a u dva koraka sastojali su se od početne denaturacije na 94 °C tijekom 5 minuta, nakon čega je slijedilo 5 ciklusa denaturacije tijekom 45 s na 94 °C, 30 s na početnoj temperaturi žarenja Ta1 (Bandelj i sur., 2007., Knap i sur., 2016.), koja je snižena za 1 °C u svakom ciklusu, a produženje na 72 °C za 1 min 30 s. Drugi korak pojačanja prošao je kroz

25 ciklusa od 45 s na 94 °C, 30 s na temperaturi žarenja Ta2 (Bandelj i sur., 2007., Knap i sur., 2016.), te 1 min 30 s elongacije na 72 °C, nakon čega slijedi završni korak produžetka od 8 minuta na 72 °C. Analiza fragmenata provedena je na SeqStudio™ Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific) koristeći GeneScan™ 500 LIZ standard veličine (Thermo Fisher Scientific) kao standard veličine. Mikrosatelitski genotipovi uz manulno ispitivanje, ispitani su i uz pomoću softvera GeneMapper verzija 5 (Thermo Fisher Scientific).

**Table 2.** Codes, assumed names of cultivars and locations of samples included in the research

**Tablica 2.** Šifre, pretpostavljeni nazivi sorata i lokacije uzoraka uključenih u istraživanje

Code Šifra	Assumed cultivar Pretpostavljena sorta	Location Lokacija
SM1 – SM4	Zamorčica	Polača
SM5	Petrovača bijela	Brodarica
SM6 – SM8	Petrovača bijela	Polača
SM9 – SM10	Bjelica	Polača
SM11	Petrovača bijela	Polača
SM12 – SM13	Bjelica	Polača
SM14 – SM15	Nepoznat identitet (unknown identity)	Polača
SM16 – SM19	Petrovača bijela	Gaćezezi
SM20 – SM23	Bjelica	Gaćezezi
SM24 – SM27	Zamorčica	Gaćezezi
SM28*	„Crnjača“	Gaćezezi
SM29*	Nepoznat identitet (unknown identity)	Gaćezezi
SM30*	Nepoznat identitet (unknown identity)	Mihaljevići
SM31	Bjelica	Rovinj
SM32**	„Rovinj“	Rovinj
SM33*, SM36*	Zamorčica	Rovinj
SM34 – SM35	Petrovača bijela	Rovinj
SM37	Bjelica	Rovinj
SM38**	„Francuska“	Rovinj
SM39**	„Split“	Rovinj

\* Sampled trees of unknown or uncertain variety status used in the research - uzorkovana stabla nepoznatog ili nesigurnog sortnog statusa korištena u istraživanju

\*\* Skink nursery label of the genotype of an unknown variety - oznaka pod kojom se genotip nepoznate sorte vodi u rasadniku Skink

Dobiveni genetski profili uspoređivani su sa postojećim profilima referentnih sorata iz interne slovenske baze podataka nastale kroz prethodna istraživanja (Bandelj 2008., Knap i sur., 2016.) za provjeru i potvrdu identiteta pretpostavljenih i nepoznatih sorata.

### **Deskripcija plodova**

Godinu dana nakon genotipizacije i potvrde genotipa sorata u nasadu, slijedilo je prikupljanje plodova za potrebe pomoloških analiza. Plodovi su prikupljeni u različito vrijeme ovisno o rodu i fazi zrelosti te ovisno o specifičnosti sorte. Mjerenja i opisi izvršeni su isti dan ili jutro nakon uzorkovanja. Tri odabrane sorte zastupljene su s po deset plodova po stablu. Sorta 'Petrovača bijela' zastupljena je s pet stabala te je praćena u prvom i drugom plodonošenju. Sorta 'Zamorčica' zastupljena je s 3 stabla. Sorta 'Bjelica' zastupljena je s jednim stablom i samo plodovima drugog roda (prvi izostao). Plodovi su na razini sorte i roda opisani pomoću izabranih IPGRI (2003.) deskriptora. Za mjerenja visine i obiju širina ploda korišteno je mehaničko pomično mjerilo (Insize, model 1205-1503S, 2020.), a za vaganje obična vaga (Kern, IP65, 2019.) preciznosti do 0.1 g. Prikupljeni podaci analizirani su metodama deskriptivne statistike.

## **REZULTATI**

### **Genetička analiza**

Za svih 39 uzoraka provedena je uspješna amplifikacija na sedam korištenih SSR lokusa. U Tablici 3. prikazani su genetski profili svih analiziranih uzoraka. U analizi podataka korišteni su i profili referentnih sorata iz interne slovenske baze podataka za provjeru i potvrdu identiteta pretpostavljenih i nepoznatih sorata. S obzirom da je smokva diploid, na pojedinom lokusu moguća je pojava najviše dva različita alela, što u ovom istraživanju predstavljaju fragmenti različite duljine izraženi u broju parova baza (bp). Pojava samo jednog alela u lokusu sugerira da se radi o homozigotnom stanju. Sortiranjem podataka po veličini fragmenata (alela) grupirani su uzorci s istovjetnim genotipom (alelnim profilom) na svih sedam lokusa, a što pretpostavlja da ti uzorci imaju identičan genotip, tj. da pripadaju istoj sorti.

Jedanaest od 39 uzoraka imalo je identičan mikrosatelitski profil na svakom od sedam lokusa. Svih sedam lokusa ovog genotipa u heterozigotnom je stanju. Svi uzeti uzorci, kako iz proizvodnih tako i iz matičnog nasada, pretpostavljeno pripadaju sorti 'Petrovača bijela' (Tablica 3). Istovjetan genetski profil uz isto ime sorte prisutan je i u slovenskoj referentnoj bazi podataka. Temeljem prethodnih iskustava sa korištenim setom SSR markera i obzirom na moguće alelne kombinacije na sedam lokusa, vjerojatnost da isti mikrosatelitski profil ima neka druga, morfološki različita sorta, izuzetno je mala.

Stoga se iz svega navedenog može sa visokom vjerojatnošću zaključiti da ustanovljeni SSR profil analiziranih uzoraka pod nazivom „Petrovača bijela“ odgovara stvarnom profilu ove sorte. Praktično to znači da se u budućim istraživanjima ili u postupcima kontrole genotipa sadnog materijala ovaj SSR profil može služiti kao referentni profil, a da uzorkovana stabla mogu služiti kao vjerodostojna matična stabla za razmnožavanje ili za pomološke analize za potrebe opisa ove sorte. Obzirom na korišteni naziv u rasadničarskoj proizvodnji i jedinoj dostupnoj referentnoj bazi SSR profila, ime 'Petrovača bijela' moglo bi se prihvatiti kao glavno ime (engl. *Prime Name*) za ovu sortu, uz postojanje i drugih lokalnih imena (sinonima) koja bi trebalo potvrditi primjenom ove iste metode.

Deset uzoraka (po 4 iz dva proizvodna nasada i 2 iz matičnog nasada) ušlo je u analizu pod pretpostavljenim imenom sorte 'Bjelica'. Međutim, u ovom slučaju svi uzorci nisu bili identičnog genotipa. Šest od 10 uzoraka imalo je jedinstven genotip kojemu je na šest od sedam lokusa bilo heterozigotno stanje (Tablica 3). Ovaj genotip imali su uzorci iz proizvodnog nasada na lokaciji Gaćelezi te dva matična stabla iz rasadnika Skink (Rovinj). Također, istovjetan naziv sorte i genetski profil ima i referentni genotip iz slovenske baze genetskih profila sorata smokve. Stoga bi se ova uzorkovana stabla i njima pripadajući genetski profil mogli smatrati vjerodostojnim za sortu 'Bjelica', iako bi bilo uputno analizirati više uzoraka i sa drugih lokacija.

Četiri uzorkovana stabla pod imenom „Bjelica“ u nasadu Polača imala su potpuno različit SSR profil koji se podudara sa SSR profilom sorte 'Zamorčica' iz slovenske baze. Isti profil imaju još i dva matična stabla sorte 'Zamorčica' iz rasadnika Skink, dva stabla iz nasada u Gaćelezima, te još dva starija stabla iz nasada u Polači, a za koje proizvođač nije znao sortni status. Ukupno 9 stabala imalo je ovaj genetski profil koji se odlikuje time da na svih 7 analiziranih SSR lokusa ima homozigotno stanje. U Tablici 3 je i deseti uzorak (SM36) porijeklom iz rasadnika Skink koji na 6 od 7 lokusa ima identičan profil kao i sorta 'Zamorčica', ali na lokusu FCUP022 umjesto homozigotnog 215/215 ima heterozigotni lokus 215/217, a što sugerira mutaciju. Ukoliko se referentna slovenska baza i matična stabla iz rasadnika Skink uzmu kao mjerilo pouzdanosti, onda se genetski profil ovih 9 stabala može smatrati vjerodostojnim za sortu 'Zamorčica'.

Šest uzoraka (SM1, SM3, SM4, SM12, SM26 i SM27) uzorkovani su na lokacijama Polača i Gaćelezi kao „Zamorčica“, ali usporedbom njihovih genetskih profila sa referentnom bazom SSR profila pokazala je da se ne radi o sorti 'Zamorčica'. Međutim, pomoću referentne baze bilo je moguće utvrditi o kojim sortama se radi. U dva slučaja je to bila 'Bružetka bijela' (SM1 i SM4), a u druga dva slučaja 'Bružetka crna' (SM3 i SM26). Uzorak SM12 nije 'Zamorčica' već po svom genetskom profilu odgovara sorti 'Grčka crna' (referentna baza), dok se uzorak SM27 odnosi na sortu 'Crnica'.

Prilikom uzimanja uzoraka liste sorata koje su glavna tema ovog istraživanja, u rasadniku Skink su uzeta i tri nezavisna uzorka (SM32, SM38 i SM39) koje nose oznake „Rovinj“, „Francuska“ i „Split“. Ista stabla korištena su i genotipizaciji za izradu referentne baze SSR profila te su nama poslužila kao svojevrsna kontrola i izvor polimorfizma u SSR analizi. Genetski profili ovih uzoraka podudaraju se sa onima iz referentne baze podataka.

Konačno, prilikom uzimanja uzoraka glavnih sorti u Dalmaciji, uzeto je i nekoliko uzoraka drugog ili nepoznatog imena na drugim lokacijama, a koji su se činili interesantnim za provjeru sortnog statusa i mogućeg srodstva i genetske povezanosti s istraživanim sortama.

Jedan od takvih bio je uzorak SM28 pretpostavljenog imena „Crnjača“, a usporedbom genotipa s referentnom bazom ustanovljeno je da se radi o sorti 'Petrovača crna'. Jedan nepoznati uzorak s lokacije Gaćelezi (SM29) podudara se sa genotipom „Bilica“ u referentnoj bazi. Jedini uzorak (SM30) koji se odnosi na staro stablo posebnih karakteristika (vidljivo deblja pokožica, ravnomjerno sušenje plodova na stablu koji vrlo malo otpadaju) sa lokacije Mihaljevići ima jedinstven genotip koji se ne podudara niti s jednim drugim uzorkom u ovom istraživanju niti s bilo kojim članom referentne baze.

### *Deskripcija plodova*

Na temelju rezultata pomoloških analiza moguće je sagledati osnovne karakteristike i međusobne razlike istraživanih sorata (Tablica 4). Među svojstvima najveće razlikovne moći između sorata su: broj plodonošenja, oblik ploda s obzirom na položaj najveće širine, simetrija ploda, temeljna boja pokožice, boja mesa, sočnost mesa, učestalost prvog i učestalost glavnog roda. Sorte 'Petrovača bijela' i 'Bjelica' su dvorodne sorte, a sorta 'Zamorčica' je jednorodna sorta, ali plodonošenje prvog i drugog roda sorte 'Petrovača bijela' i glavnog roda sorte 'Zamorčica' je stabilno i obilno, dok je plodonošenje obaju rodova sorte 'Bjelica' alternativno, naročito prvog plodonošenja koje je u sezoni ovog istraživanja potpuno izostalo. Plodovi prvog plodonošenja sorte 'Petrovača bijela' prosječno su krupniji od plodova svih plodonošenja ostalih sorata, dok su plodovi sorte 'Zamorčica' prosječno najsitniji. Također, sorta 'Petrovača bijela' dozrijeva najranije, a sorta 'Zamorčica' u odnosu na istraživane sorte najkasnije. Plodovi sorte 'Zamorčica' izrazito su crvenog i aromatičnog mesa, za razliku od slabo aromatičnih i bljedunjavih plodova prvog plodonošenja sorte 'Petrovača bijela' i plodova drugog plodonošenja sorte 'Bjelica'. Kod sorte 'Petrovača bijela' izražena je karakteristična razlika u obliku plodova prvog i drugog plodonošenja, plodovi prvog plodonošenja su kruškolikog oblika i krupniji, a drugog plodonošenja zvonoliki i spljošteni. Usporedni prikaz fotografija plodova istraživanih sorata prikazan je na Slici 1.



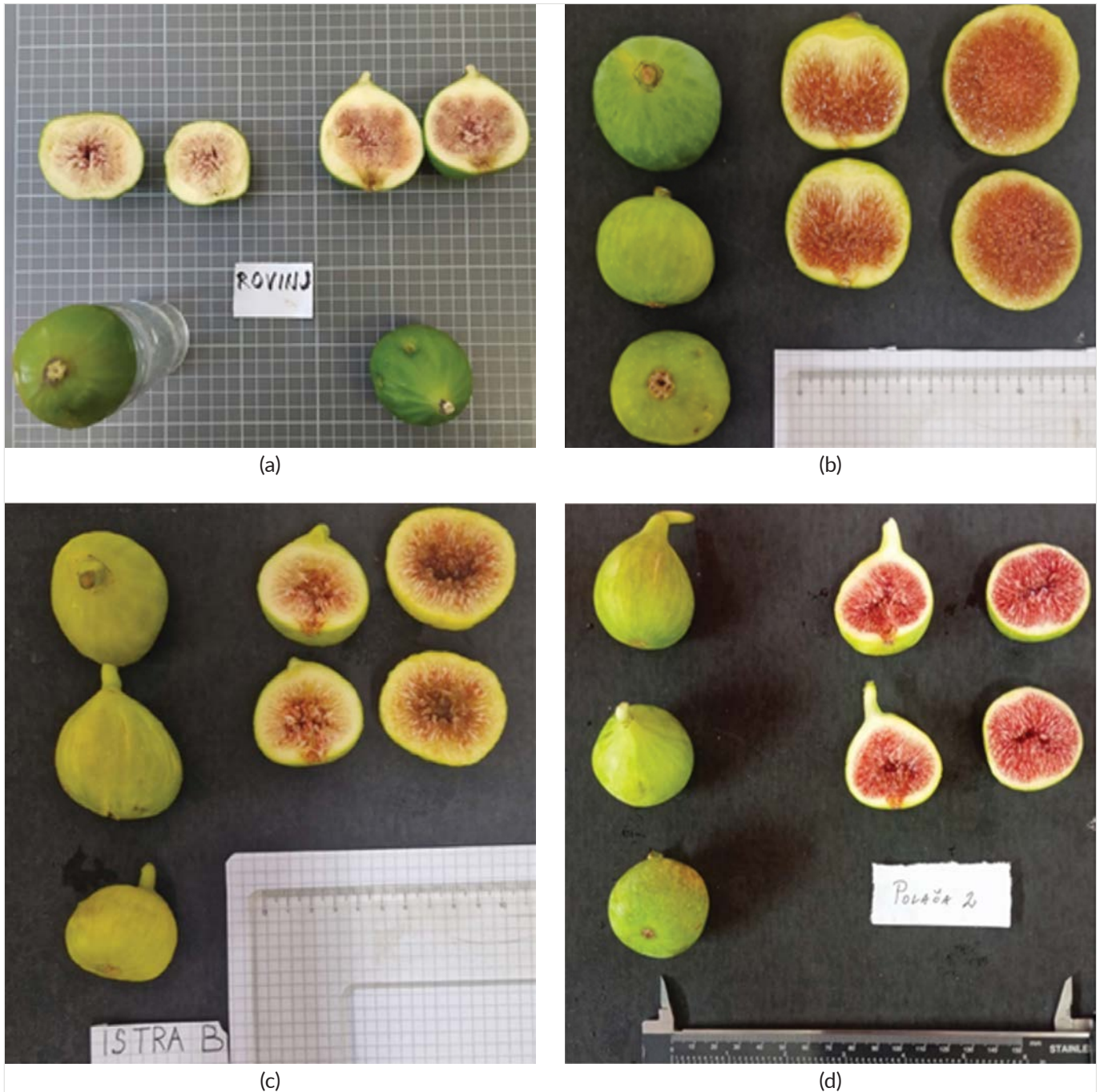
**Tablica 3.** Genetski profili istraživanih uzoraka smokve temeljem analize na sedam SSR lokusa

Code Šifra	Location Lokacija	Assumed cultivar Pretpostavljena sorta	Confirmed cultivar Potvrđena sorta	FCUP001	FCUP003	FCUP022	FCUP038	FCUP059	FCUP075	FCUP095							
SM5	Brodarica	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM6	Polača	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM7	Polača	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM8	Polača	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM11	Polača	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM16	Gaćezezi	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM17	Gaćezezi	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM18	Gaćezezi	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM19	Gaćezezi	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM34	Rovinj	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM35	Rovinj	Petrovača bijela	'Petrovača bijela'	129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211
SM20	Gaćezezi	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM21	Gaćezezi	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM22	Gaćezezi	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM23	Gaćezezi	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM31	Rovinj	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM37	Rovinj	Bjelica	'Bjelica'	129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211
SM9	Polača	Bjelica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM10	Polača	Bjelica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM12	Polača	Bjelica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM13	Polača	Bjelica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM14	Polača	nepoznata*	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211

Nastavak. Tablica 3

Code Šifra	Location Lokacija	Assumed cultivar Pretpostavljena sorta	Confirmed cultivar Potvrđena sorta	FCUP001	FCUP003	FCUP022	FCUP038	FCUP059	FCUP075	FCUP095							
SM15	Polača	nepoznata*	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM24	Gaćezezi	Zamorčica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM25	Gaćezezi	Zamorčica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM33	Rovinj	Zamorčica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	215	176	176	194	194	170	170	211	211
SM36	Rovinj	Zamorčica	'Zamorčica'	141	141	191	191	215	217	176	176	194	194	170	170	211	211
SM1	Polača	Zamorčica	'Bružetka bijela'	141	143	191	206	215	215	158	164	194	194	170	170	192	211
SM4	Polača	Zamorčica	'Bružetka bijela'	141	143	191	206	215	215	158	164	194	194	170	170	192	211
SM3	Polača	Zamorčica	'Bružetka crna'	129	141	189	189	211	217	164	172	200	200	164	170	211	211
SM26	Gaćezezi	Zamorčica	'Bružetka crna'	129	141	189	189	211	217	164	172	200	200	164	170	211	211
SM27	Gaćezezi	Zamorčica	'Crnica'	141	143	191	191	215	215	158	164	194	202	164	170	209	217
SM28	Gaćezezi	"Crnjača"	'Petrovača crna'	135	141	191	204	207	215	164	176	194	202	164	170	211	211
SM29	Gaćezezi	nepoznata*	genotip "Bilica"	141	143	189	204	211	215	174	176	194	194	164	170	211	211
SM30	Mihaljevići	nepoznata*	-	129	143	180	204	207	215	176	176	184	202	166	170	209	211
SM32	Rovinj	"Rovinj"	genotip "Rovinj"	143	143	191	191	215	215	158	178	194	202	164	166	192	211
SM39	Rovinj	"Split"	genotip "Split"	141	143	189	189	215	215	164	176	194	194	164	170	209	211
SM2	Polača	Zamorčica	'Grčka crna'	141	143	191	206	215	215	164	176	194	200	164	164	209	211
SM38	Rovinj	"Francuska"	genotip "Francuska"	143	143	206	206	215	215	164	172	194	200	164	164	211	211

\* genetic profile of the sample taken from the tree of an unknown variety status – genetski profil uzorka uzetog sa stabla nepoznatog sortnog statusa



**Figure 1.** Comparison of the fruits of the first (a) and second (b) fruiting of the cultivar 'Petrovača bijela', the second fruiting of the cultivar 'Bjelica' (c) and the fruits of the cultivar 'Zamorčica' (d)

**Slika 1.** Usporedni prikaz plodova prvog (a) i drugog (b) plodonošenja sorte 'Petrovača bijela', drugog plodonošenja sorte 'Bjelica' (c) i plodova sorte 'Zamorčica' (d)

Ivković et al. | *Journal of Agricultural Science and Statistics (Petrovača bijela, Bjelica i Zamorčica)*, based on measurements and observations at the locations of Polača, Gaćelesi and Poreč, 2023

**Tablica 4.** Osnovni pomološki pokazatelji sorti smokve 'Petrovača bijela', 'Bjelica' i 'Zamorčica', temeljem mjerenja i opažanja na lokacijama Polača, Gaćelesi i Poreč, 2023

Number of fruiting Broj plodonošenja	'Petrovača bijela'		'Bjelica'	'Zamorčica'
	<i>Breba</i> - 1. rod	Main crop - 2. rod	Main crop - 2. rod	Once bearing cultivar - Jednorotka
Fruit weight (range and average) - Masa ploda (raspon i prosjek)	33,5 - 111,1 g $\bar{x}$ = 62,3 g	27,7 - 98,5 g $\bar{x}$ = 57,2 g	19,2 - 46,1 g $\bar{x}$ = 34,0 g	15,3 - 38,2 g $\bar{x}$ = 27,4 g
Fruit length (range and average) - Visina ploda (raspon i prosjek)	47 - 75 mm $\bar{x}$ = 63,9 mm	27 - 55 mm $\bar{x}$ = 42,3 mm	31 - 49 mm $\bar{x}$ = 41,5 mm	29 - 52 mm $\bar{x}$ = 40,6 mm
Fruit width (range and average) - Širina ploda (raspon i prosjek)	38 - 66 mm $\bar{x}$ = 50,3 mm	35 - 63 mm $\bar{x}$ = 48,6 mm	33 - 45 mm $\bar{x}$ = 39,3 mm	29 - 42 mm $\bar{x}$ = 35,8 mm
Fruit shape according to the location of the maximum width - Oblik ploda s obzirom na položaj najveće širine	pyriform - kruškolik	bell shaped - zvonolik	ovoid - okrugao	pyriform - kruškolik
Fruit apex shape - Oblik baze ploda	rounded - zaobljen	flat - ravan	flat - ravan	rounded - zaobljen
Uniformity of fruit size - Ujednačenost veličine plodova	variable - neujednačeni	uniform - ujednačeni	variable - vaneujednačeni	variable - neujednačeni
Fruit symmetry according to the vertical axis - Simetrija ploda s obzirom na vertikalnu osu	no - nesimetričan	yes - simetričan	no - nesimetričan	no - nesimetričan
Abnormal fruit formation - Formacija abnormalnih plodova	scarce - oskudno	none - ne	none - ne	none - ne
Ease of peeling - Lakoća guljenja ploda	easy - lako	medium - srednje	easy - lako	difficult - teško
Fruit ribs - Rebrastost ploda	intermediate - srednja	intermediate - srednja	none - ne	none - ne
Fruit skin cracks - Pukotine pokožice ploda	scarce longitudinal cracks - oskudne uzdužne	minute cracks - sitne	scarce longitudinal cracks - oskudne uzdužne	minute - sitne
Firmness of the fruit skin - Čvrstoća pokožice	soft - mekana	medium - srednje	soft - mekana	firm - čvrsta

Continued, Table 4

Nastavak. Tablica 4

Number of fruiting Broj plodonošenja	'Petrovača bijela'		'Bjelica'	'Zamorčica'
	<i>Breba</i> - 1. rod	Main crop - 2. rod	Main crop - 2. rod	Once bearing cultivar - Jednorotka
Fruit skin ground colour - Temeljna boja pokožice	green - zelena	light green - svjetlozelena	light green - svjetlozelena	green - zelena
Fruit skin overcolour - Dodatna boja pokožice	light green - svjetlozelena	yellow - žuta	yellow - žuta	light green - svjetlozelena
Fruit lenticels quantity - Brojnost lenticela	intermediate - umjerena	scarce - oskudna	scarce - oskudne	intermediate - umjerena
Fruit lenticels size - Veličina lenticela	small - mala	small - mala	small - mala	small - mala
Pulp internal colour - Boja mesa	white - bijela	amber - jantarna	pink - roza	dark red - tamnocrvena
Pulp flavour - Okus mesa	neutral - neutralan	little flavour - slabog okusa	neutral - neutralan	strong - snažan
Pulp juiciness - Sočnost mesa	very juicy - jako sočno	juicy - sočno	little juicy - slabo sočno	juicy - sočno
Fruit cavity - Veličina šupljine u plodu	medium - srednja	very small - jako mala	medium - srednja	very small - jako mala
Frequency of <i>breba</i> - Učestalost prvog roda	high - visoka	/	low - slaba	/
Frequency of main crop - Učestalost glavnog roda	/	high - visoka	medium - srednja	high - visoka

### Osnovne karakteristike istraživanih sorata

U ovom poglavlju se izdvajaju osnovne karakteristike istraživanih sorata za koje smatramo da bi bile od koristi proizvođačima, rasadničarima i istraživačima. 'Petrovača bijela' (Tablica 5) sorta je najranijeg dozrijevanja i u proizvodnji je druga najraširenija sorta. Sorta 'Bjelica' (Tablica 6) najčešće se sadi kao prateća sorta u nasadu. 'Zamorčica' (Tablica 7) je trenutno vodeća sorta smokve u Hrvatskoj, a odlikuje se kasnim dozrijevanjem i visokim kvalitetom ploda.

#### 'Petrovača bijela'

Pripada bijelim dvorodnim sortama. Prvi proljetni cvat razvija partenokarpski, ali ljetni cvat ne može razviti bez oplodnje, stoga je za obilan ljetni rod potrebna kaprifikacija (Tabain, 1978., Bakarić i sur., 1989.). Plodonošenje prvog roda počinje vrlo rano, prije 20. lipnja, dok drugi, glavni rod počinje kasno (15. - 30. kolovoza) (Vego i sur., 2008., Bakarić i sur., 1989., Bandelj i sur., 2008.). Bobanović (1923.) navodi da su plodovi isključivo za svježnu upotrebu, nikako za sušenje, a Bakarić (1989.) da su suhi plodovi drugog roda izvrsni za sušenje, što potvrđuju Omčikus (1956.) i Prgomet i Boháč (2003.).

Oblik plodova prvog plodonošenja je kruškolik s kratkim vratom i kratkom i debelom peteljkom, a drugog plodonošenja ovalan, bez vrata i gotovo bez peteljke (Bakarić i sur., 1989., Vego i sur., 2008., Bandelj i sur., 2008.). Zbog svoje ranozrelosti, gospodarski su bitni plodovi prvog plodonošenja. Zameci plodova prvog plodonošenja (*breba*) u porastu su zajedno s otvaranjem lisnih pupova što je vrlo prepoznatljiva karakteristika

sorte prema kojoj se već vrlo rano nakon početka vegetacije može identifikirati sortu (Slika 2). Plodovi su zelene boje čime se izdvajaju od crnih dvorodnih sorata, a po volumenu i gustom rasporedu pri vrhu mladice u istoj razvojnoj fazi razlikuju se od plodova drugih bijelih dvorodnih sorata.



**Figure 2.** The early fruit stages of the first fruiting (*breba*) on the one-year shoots of the cultivar 'Petrovača bijela' one week after the opening of the leaf buds

**Slika 2.** Zameci plodova prvog plodonošenja (*breba*) na jednodušnjim izbojima sorte 'Petrovača bijela' tjedan dana nakon otvaranja lisnih pupova

#### 'Bjelica'

Pripada bijelim dvorodnim sortama, ali su zbog alternacije u rodosti plodova prvog plodonošenja gospodarski bitniji plodovi drugog plodonošenja. Izražena je bujnost stabla (Bakarić i sur., 1989., Vego i sur., 2008.). Spada u otpornije sorte prema virusu mozaičnosti smokve (Bakarić i sur., 1989.).

**Table 5.** Basic characteristics, the most common synonyms and genetic profile of the cultivar 'Petrovača bijela'

**Tablica 5.** Osnovne karakteristike, najčešći sinonimi i genetski profil sorte 'Petrovača bijela'

Most common synonyms - Najvažniji sinonimi Petrovača, Petrovka, Balunjača, Dvoljetka (total - ukupno 20)													
Genetic profile of the cultivar - Genetski profil sorte													
FCUP001		FCUP003		FCUP022		FCUP038		FCUP059		FCUP075		FCUP095	
129	135	191	206	207	217	158	164	184	194	166	170	194	211

**Table 6.** Basic characteristics, the most common synonyms and genetic profile of the cultivar 'Bjelica'**Tablica 6.** Osnovne karakteristike, najčešći sinonimi i genetski profil sorte

Most common synonyms - Najvažniji sinonimi Bilica, Bjeluša, Bila, Bilača, Butunka (total - ukupno 26)													
Genetic profile of the cultivar - Genetski profil sorte													
FCUP001		FCUP003		FCUP022		FCUP038		FCUP059		FCUP075		FCUP095	
129	141	191	204	211	215	164	176	194	202	164	166	211	211

**Table 7.** Basic characteristics, the most common synonyms and genetic profile of the cultivar 'Zamorčica'**Tablica 7.** Osnovne karakteristike, najčešći sinonimi i genetski profil sorte 'Zamorčica'

Most common synonyms - Najvažniji sinonimi Laštrica, Sušioka, Tenica, Poljarica, Dobra (total - ukupno 48)													
Genetic profile of the cultivar - Genetski profil sorte													
FCUP001		FCUP003		FCUP022		FCUP038		FCUP059		FCUP075		FCUP095	
141	141	191	191	215	215	176	176	194	294	170	170	211	211

Meso plodova obaju rodova je slabo aromatično i svijetle boje. Plodovi drugog roda pogodni su za transport zbog debele pokožice (Bakarić i sur., 1989.).

#### 'Zamorčica'

Najpoznatija i najbolja naša bijela jednorodna sorta. Prikladna za sušenje i upotrebu u svježem stanju. Stablo srednje do slabe bujnosti (Bakarić i sur., 1989., Vego i sur., 2008., Čizmović, 2021.). Rodnost redovita i obilna. Pokožica je zelena do zeleno žuta, a meso aromatično i tamnocrveno. Osjetljiva je na virus mozaičnosti smokve (Bakarić i sur., 1989.). Plodovi su mali, kruškoliki i izduženi, duge peteljke i vrata.

Puno više korisnih podataka iz prethodnih istraživanja i povijesnih informacija o izabranim sortama moguće je pronaći u radu Ivković (2024.).

## RASPRAVA

Genetičkom analizom prikupljenih uzoraka utvrđena je različita razina uniformnosti pretpostavljenih sorata uključenih u istraživanje. Svi uzorci pretpostavljene sorte 'Petrovača bijela' bili su međusobno genetski uniformni i potvrđeni su poklapanjem s referentnim profilima. U slučaju sorata 'Bjelica' i 'Zamorčica' utvrđena je genetska neujednačenost analiziranih uzoraka. S obzirom da su uzorci za genotipizaciju uzimani sa stabala u različitim nasadima na osnovu morfološkog prepoznavanja prije zriobe, potvrđuje se tvrdnja Bandelj i sur. (2008.) da morfološko vrednovanje nije uvijek dovoljno za identifikaciju sorata na terenu pa je potrebno uspostaviti identifikacijski sistem sorata s molekularnim markerima. Genetičkom identifikacijom 39 uzoraka pomoću mikrosatelitskih markera utvrđeno je 14 različitih genotipova. Također, utvrđen je i identitet nepoznatih genotipova (SM29, SM14, SM15), otkriven je i jedan do sad nezabilježen genotip u slovenskoj bazi podataka (SM30), te su

razrješene pogrešne pretpostavke o identitetu pojedinih stabala unutar proizvodnih nasada (Polača, Gaćezezi) što će pomoći proizvođačima u kontroli kvaliteta nasada. Ovime se metoda genetičke identifikacije i odabrani set SSR lokusa pokazao prikladnim za razlikovanje sorata smokve, čime se još jednom potvrdila teza Bandelj i sur. (2023.) da su mikrosateliti pogodan sustav markera za identifikaciju germplazme, nesumnjivo bolji i efikasniji od metoda pomološke identifikacije. Rezultati pomološke analize prema metodici iz ovog rada i bazirani na izabranim IPGRI (2003.) deskriptorima, djelomično su korisni pri razlikovanju sorata, ali nipošto i vjerodostojan alat kojim bi se sa sigurnošću mogao utvrditi identitet nepoznatog genotipa u proizvodnim i matičnim nasadima. S obzirom da se mjerenja nisu izvodila prema eksperimentalnom dizajnu, odnosno u pokusu s ponavljanjima, na stablima jednake starosti, istog uzgojnog oblika i ujednačene agrotehnike, dobiveni rezultati ne mogu se smatrati vjerodostojnima, već ih treba promatrati samo kao orijentacijske vrijednosti. Međutim, pregledom postojeće literature o sličnim istraživanjima na smokvi iz ranijih godina, primjećujemo da su istraživanja obično provedena bez primjene eksperimentalnog dizajna, pa se i za dostupne rezultate iz tih studija teško može tvrditi da su sasvim pouzdani.

Uočene stanovite razlike između sorata nisu dovoljne da bi se na osnovu njih moglo identificirati nepoznat genotip smokve, tim više što za iste ne postoji dovoljno referentnih podataka dugogodišnjih opažanja, a sva od mjerenih svojstava pod velikim su utjecajem faktora okoline. Podaci izabranih IPGRI (2003.) deskriptora ukazuju na razlike između analiziranih sorata, ali se postavlja pitanje od kolike bi bili pomoći bez pretpostavke o kojoj se sorti radi. IPGRI (2003.) deskriptori, stoga, ukoliko se ne provode u pravilno dizajniranim i izvedenim *in situ* pokusima, teško mogu biti alat za identifikaciju nepoznatih genotipova, čime se potvrđuju navodi Ahtak i sur. (2009.). Međutim, pomološka mjerenja i primjena IPGRI deskriptora vrlo su važni prilikom dugogodišnjeg opažanja genotipova u kolekcijском nasadu jer se upravo preko njih najbolje može odrediti gospodarska vrijednost pojedine sorte i zato su nužna nadopuna genotipizacije.

Novootkriveni genotip SM30 (zaseok Mihaljevići, Bilice) zbog svojih zanimljivih svojstava svakako treba podvrgnuti konzervacijskom razmnožavanju da se ne izgubi, nakon čega bi bilo vrijedno proučiti njegovu gospodarsku (agronomsku) vrijednost. Genotip je u međuvremenu razmnožen u tri sadnice koje bi trebalo uključiti u neki od postojećih kolekcijских nasada.

Međutim, za cjelovitu analizu potencijala i iskorištenje ukupne germplazme smokve u Hrvatskoj i susjednim državama biti će potrebno provesti sustavna istraživanja. Pristup ovom problemu ispravno je postavio Stjepan Bulić još prije 100 godina (Ivković, 2024.). Uvažavajući dostupne metode i tehnike koje imamo danas, njegovu ideju revitalizacije uzgoja smokve s domaćim sortama moguće je ostvariti.

## ZAKLJUČAK

U ovom radu potvrđeni su SSR profili i sačinjeni ključni opisi sorti 'Petrovača bijela', 'Bjelica' i 'Zamorčica', vodećih sorti smokve u Hrvatskoj. Istovjetan postupak primjenjiv je i za druge sorte smokve. Ovi rezultati korisni su kao polazište za verifikaciju postojećih i podizanje novih matičnih nasada. Budući sortno homogeni nasadi ovih sorata biti će osnova za njihovu temeljitu gospodarsku evaluaciju.

## LITERATURA

- Ahtak, H., Oukabli, A., Ater, M., Santoni, S., Kjellberg, F., Khadari, B. (2009) Microsatellite markers as reliable tools for fig cultivar identification. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134 (6), 624-631.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.134.6.624>
- Bakarić, P., Brzica, K., Omčikus, Č. (1989) Smokva. Dubrovnik: Stanica za južne kulture.
- Bandelj, D. (2008) Development of the identification key for reference fig (*Ficus carica* L.) varieties from slovene Istria. *Annales Series Historia Naturalis*, 18/2. Available at: <https://zdpj.si/wp-content/uploads/2015/12/bandelj-mavsar.pdf>
- Bandelj, D., Baruca Arbeiter, A., Hladnik, M. (2023) Fig Tree Genome and Diversity. In: Fawzy Ramadan, M., ed. *Fig (Ficus carica L.): Production, Processing, and Properties*. Springer Nature Switzerland, pp. 39-77.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-16493-4>
- Bandelj, D., Bohanec, B., Bučar Miklavčić, M., Butinar, B., Javornik, B., Jakše, J., Podgornik, M., Prgomet, Ž., Skrt, A., Tomažič, I., Vrhovnik, I., Valenčič, V. (2008). Smokva (*Ficus carica* L.) u Istri – Morfološke, molekulske i neke kemijske osobine. Koper: Založba Annales.
- Bandelj, D., Javornik, B., Jakše, J. (2007) Development of microsatellite markers in the common fig, *Ficus carica* L. *Molecular Ecology Notes*, 7, 1311-1314.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01866.x>



- Baruca Arbeiter, A., Hladnik, M., Jakše, J., Bandelj, D. (2021) First set of microsatellite markers for immortalé (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don): A step towards the selection of the most promising genotypes for cultivation. *Industrial Crops and Products*, 162, 113298. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113298>
- Bobanović, M. (1923) Neke južne kulture. Zagreb: Štamparija Jugoslav Kompara.
- Bulić, S. (1925) Smokva na našem Primorju. Beograd: Glasnik Ministarstva poljoprivrede i voda, III/9.
- Čizmović, M. (2021) Listopadne subtropske voćne vrste – Smokva. In: Vukić Pulević., ed. Genetički resursi u biljnoj proizvodnji Crne Gore. Podgorica: Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, pp. 206-240. Available at: <https://canupub.me/knjiga/geneticki-resursi-u-biljnoj-proizvodnji-crne-gore/>
- Ergul, A., Buyuk, B. P., Hazrati, N., Yilmaz, F., Kazan, K., Arslan, N., Ozmen, C. Y., Aydan, S. S., Bakur, M., Tan N., Kosoglu, I., Cobanoglu, F. (2021) Genetic characterisation and population structure analysis of Anatolian figs (*Ficus carica* L.) by SSR markers. *Folia Horticulturae*, 33 (1), 49-78. DOI: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/fhort-2021-0005>
- Ganopoulos, I., Xanthopoulou, A., Molassiotis, A., Karagiannis, E., Moysiadis, T., Katsaris, P., Aravanopoulos, F., Tsafaris, A., Kalivas, A., Madesis, P. (2015) Mediterranean basin *Ficus carica* L.: from genetic diversity and structure to authentication of a protracted designation of origin cultivar using microsatellite markers. *Trees*, 29 (6), 1959-1971. DOI: <http://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-1140396/v>
- HAPIH (2018) Izvješće o obavljenom stručnom nadzoru nad proizvodnjom poljoprivrednog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj količini proizvedenog rasadničkog materijala. Osijek: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Available at: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2019/11/cb-izvje%C5%A1%C4%87e-o-proizvodnji-2018.pdf>
- HAPIH (2019) Izvješće o obavljenom stručnom nadzoru nad proizvodnjom poljoprivrednog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj količini proizvedenog rasadničkog materijala. Osijek: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Available at: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2020/11/Izvjesce-o-obavljenom-strucnom-nadzoru-nad-proizvodnjom-poljoprivrednog-sadnog-materijala-u-Republici-Hrvatskoj-u-2019.-godini.pdf>
- HAPIH (2020) Izvješće o obavljenom stručnom nadzoru nad proizvodnjom poljoprivrednog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj količini proizvedenog rasadničkog materijala. Osijek: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Available at: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2021/07/Izvjesce-o-obavljenom-strucnom-nadzoru-nad-proizvodnjom-poljoprivrednog-sadnog-materijala-u-Republici-Hrvatskoj-u-2020.-godini.pdf>
- HAPIH (2021) Izvješće o obavljenom stručnom nadzoru nad proizvodnjom poljoprivrednog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj količini proizvedenog rasadničkog materijala. Osijek: Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Available at: <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2022/09/Izvjes%CC%8C%81e-o-obavljenom-struc%CC%8Cnom-nadzoru-nad-proizvodnjom-poljoprivrednog-sadnog-materijala-u-Republici-Hrvatskoj-u-2021.-godini.pdf>
- IPGRI (2003) Descriptors for Fig *Ficus carica*. International Plant Genetic Resources Institute. Available at: <https://cgspace.cgiar.org/items/6fc9af4b-3971-4524-a085-2bfd5cdb1321>
- Ivković, L. (2024) Genetička i pomološka identifikacija sortimenta smokve (*Ficus carica* L.). Master's thesis. Zagreb: University of Zagreb. Available at: <https://repozitorij.agr.unizg.hr/en/islandora/object/agr:3273>
- Japelanghi, R. H., Haddad, R., Garossi, G. (2011) Rapid and Efficient Isolation of High Quality Nucleic Acids from Plant Tissues Rich in Polyphenols and Polysaccharides. *Molecular Biotechnology*, 49 (2), 129-3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12033-011-9384-8>
- Knap, T., Baruca Arbeiter, A., Jakše, J., Čizmović, M., Adaklić, M., Popović, R., Lazović, B., Strikić, F., Podgornik, M., Bandelj, D. (2017) Diversity of figs (*Ficus carica* L.) from the east Adriatic coast. *Acta Horticulturae*, 1173, 11-16. ISHS 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.2>
- Knap, T., Jakše, J., Cregeen, S., Javornik, B., Hladnik, M., & Bandelj, D. (2016) Characterization and defining of a core set of novel microsatellite markers for use in genotyping and diversity study of Adriatic fg (*Ficus carica* L.) germplasm. *Brazilian Journal of Botany*, 39, 1095-1102. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-016-0299-2>
- Marcotuli, I., Mazzeo, A., Nigro, D., Giove, S. L., Giancaspro, A., Colasuonno, P., Prgomet, Ž., Prgomet, I., Tarantino, A., Ferrara, G., Gadaleta, A. (2019) Analysis of genetic diversity of *Ficus carica* L. (*Moraceae*) collection using simple sequence repeat (SSR) markers. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18 (4), 93-109. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.4.9>
- Omčikus, Č. (1956) Uzgoj i upotreba smokve s osobitim obzirom na smokvarstvo Hercegovine. Mostar: Poljoprivredni zavod.
- Perez-Jimenez, M., Lopez, B., Dorado, G., Pujadas-Salva, A., Guzman, G., Hernandez, P. (2012) Analysis of genetic diversity of southern Spain fig tree (*Ficus carica* L.) and reference materials as a tool for breeding and conservation. *Hereditas*, 149, 108-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1601-5223.2012.02154.x>
- Podgornik, M., Vuk, I., Vrhovnik, I., Mavsar Bandelj, D. (2010) A survey and morphological evaluation of fig (*Ficus carica* L.) genetic resources from Slovenia. *Scientia Horticulturae*, 125, 380-389. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.030>
- Poljuha, D., Kralj, I., Krapac, M., Klepo, T., Radunić, M., Strikić, F., Weber, T., Ercisli, S., Baruca Arbeiter, A., Hladnik, M., Bandelj, D., (2021) Analysis of genetic diversity in Croatian fig (*Ficus carica* L.) germplasm using SSR markers. *Acta Horticulturae*, 1310, 35-40. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1310.6>
- Prgomet, Ž., Bohač, M. (2003) Smokva. Poreč: SKINK d.o.o.
- Rodolfi, M., Ganino, T., Chiancone, B., Petruccioli, R. (2018) Identification and characterization of Italian common figs (*Ficus carica*) using nuclear microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65, 1337-1348. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0617-6>
- Schuelke, M. (2000) An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. *Nature Biotechnology*, 18, 233-234. DOI: <https://doi.org/10.1038/72708>
- Tabain, F. (1978) Stanje i perspektiva uzgoja smokava u Jugoslaviji. *Poljoprivreda i šumarstvo* 24 (3-4), 219-229. Available at: <http://89.188.43.75/agricultforest/20120312-17%20Smokva.pdf>
- Vego, D., Ostojić, I., Rotim, N. (2008) Smokva. Mostar: Sveučilište u Mostar.