

Morfološka i genetska raznolikost divlje loze (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) u Hrvatskoj

Lukšić, Katarina

Doctoral thesis / Disertacija

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:069255>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Katarina Lukšić

**MORFOLOŠKA I GENETSKA
RAZNOLIKOST DIVLJE LOZE (*Vitis
vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi)
U HRVATSKOJ**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2020.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Katarina Lukšić

**MORPHOLOGICAL AND GENETIC
DIVERSITY OF WILD GRAPE (*Vitis
vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi)
IN CROATIA**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Katarina Lukšić

**MORFOLOŠKA I GENETSKA
RAZNOLIKOST DIVLJE LOZE (*Vitis
vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi)
U HRVATSKOJ**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Prof.dr.sc. Ivan Pejić

Doc.dr.sc. Goran Zdunić

Zagreb, 2020.



University of Zagreb

FACULTY OF AGRICULTURE

Katarina Lukšić

**MORPHOLOGICAL AND GENETIC
DIVERSITY OF WILD GRAPE (*Vitis
vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) IN
CROATIA**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Prof. dr. sc. Ivan Pejić

Doc. dr. sc. Goran Zdunić

Zagreb, 2020.

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:

- Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
- Znanstveno polje: Poljoprivreda (Agronomija)
- Znanstvena grana: Genetika i oplemenjivanje bilja, životinja i mikroorganizama
- Institucija: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku i biometriku
- Voditelji doktorskog rada: prof.dr.sc. Ivan Pejić, doc.dr.sc. Goran Zdunić
- Broj stranica: 197
- Broj slika: 39
- Broj tablica: 24
- Broj priloga: 14
- Broj literaturnih referenci: 163
- Datum obrane doktorskog rada: 19.11.2020.
- Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:
 1. prof.dr.sc. Edi Maletić
 2. prof.dr.sc. Zlatko Šatović
 3. dr.sc. Marijan Bubola

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 dana 4.12. 2018., te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 18.4.2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja, **Katarina Lukšić**, izjavljujem da sam samostalno izradila doktorski rad pod naslovom: **MORFOLOŠKA I GENETSKA RAZNOLIKOST DIVLJE LOZE (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) U HRVATSKOJ**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana 19.11. 2020.

Potpis doktorandice

Ocjena doktorskog rada

Ovu disertaciju je ocijenilo povjerenstvo u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Edi Maletić

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Zlatko Šatović,

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Marijan Bubola,

viši znanstveni suradnik, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč

Disertacija je obranjena _____ na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof. dr. sc. Edi Maletić, _____

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

2. Prof. dr. sc. Zlatko Šatović, _____

redoviti profesor Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

3. Dr. sc. Marijan Bubola, _____

viši znanstveni suradnik, Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč

Informacije o mentorima:

Dr. sc. Ivan Pejić, redoviti je profesor u trajnom zvanju, zaposlen u Zavodu za oplemenjivanje bilja, genetiku i biometriku, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je 1986. godine na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta „Josip Juraj Strossmayer“ u Osijeku, a magistrirao (1992) i doktorirao (1996) na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred međunarodnim povjerenstvom obranivši disertaciju naslova Identifikacija genotipa i mapiranje lokusa za kvantitativna svojstva kod kukuruza primjenom molekularnih markera. Istraživanja doktorske disertacije dijelom je proveo na Sveučilištu Udine (Italija) i Državnom sveučilištu Sjeverna Karolina (SAD), a poslijedoktorsko usavršavanje na Sveučilištu Hohenheim (Njemačka). Na Sveučilištu u Bologni (Italija) 2013. godine, ostvario je usavršavanje iz područja primjene molekularnih markera u oplemenjivanju voćnih vrsta u okviru slobodne godine - *sabbatical*.

Nositelj je modula Oplemenjivanje bilja na preddiplomskom studiju, Oplemenjivanje voćaka i vinove loze i Molekularno oplemenjivanje bilja na diplomskim studijima, modula Metode molekularnog oplemenjivanja bilja na poslijediplomskom doktorskom studiju te suradnik na više modula poslijediplomskog studija. Bio je mentorom jednog magisterija i jedanaest disertacija. U znanstveno-istraživačkom radu primarno se bavi genetičkom identifikacijom sorata kultiviranog bilja, primjenom molekularnih markera, posebice primjene DNA markera u analizi nastanka autohtonih sorti i srodstva sorata vinove loze, voćaka i ratarskog bilja, genetske strukture populacija bilja te istraživanjima otpornosti na sušu i antinutritivnih spojeva u ratarskih kultura. Bio je koordinator ili suradnik na više znanstveno-istraživačkih projekata, a trenutno je aktivni istraživač unutar projekta Znanstvenog centra izvrsnosti za biraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja (CropBioDiv). Autor je većeg broja znanstvenih radova od kojih je 59 referirano u ISI WoS (suma citata: 1591, h-index: 16). Koautor je četiri knjige (nacionalno izdanje) i osam poglavlja u knjizi (nacionalno i inozemno izdanje), dva udžbenika te suurednik jedne monografije. Član je međunarodnih udruga EUCARPIA i ISHS, te Hrvatskog genetičkog društva (HGD). Dobitnik je državne nagrade za znanost 2003. godine; Priznanja Sveučilišta u Zagrebu (2006) za promicanje međunarodne suradnje u području visokog obrazovanja; Medalje Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 2009. godine, Povelje Agronomskog Fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 2016. godine, te “Međunarodne nagrade” za knjigu, kategorija “Monografije” 2009. za knjigu „Vinova loza-ampelografija, ekologija, oplemenjivanje“ (2008), i “Posebnog priznanja” 2017. godine za knjigu “Zelena knjiga: hrvatske izvorne sorte vinove loze” (2015) koju je dodijelila međunarodna organizacija OIV (International Organization for Vine and Wine, Pariz, Francuska).

Doc. dr. sc. Goran Zdunić, znanstveni savjetnik, zaposlen je u Institutu za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu. Diplomirao je 1998. godine na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u okviru studija voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo. Magistrirao je 2005. godine, a doktorirao 2010. godine obranivši doktorsku disertaciju naslova „Genetska i ampelografska karakterizacija sorte Plavac mali (*Vitis vinifera* L.) na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Kao izvrstan istraživač, ostvaruje jednu od najprestižnijih svjetskih stipendija za postdoktorsko istraživanje na Sveučilištu Davis u Kaliforniji u sklopu Fullbright programa 2012. godine financiranu od strane Vlade SAD. Znanstveno usavršavanje proveo je u nekoliko svjetski prestižnih znanstveno istraživačkih vinogradarsko vinarskih centara i laboratorija. Kao dobitnik stipendije LWG (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau) i Hrvatskog Ministarstva poljoprivrede i šumarstva u 1999., usavršavao se u Würzburgu u Njemačkoj, a deset godina kasnije u okviru stipendije Švedskog bioraznolikog centra i NordGen provodi usavršavanje iz područja aplikacije genetskih i molekularnih markera u gen bankama u Alnarp-u.

Autor i koautor je dvije knjige te više od 60 znanstvenih i stručnih radova objavljenih u međunarodnim časopisima i zbornicima radova s međunarodnih konferencija od kojih je 32 referirano u ISI WoS (suma citata: 91, h-index: 5).

Nositelj je modula Upotreba mediteranskih genetskih resursa bilja u sklopu poslijediplomskog interdisciplinarnog sveučilišnog studija Molekularne bioznanosti. Nositelj je tri modula Osnove vinogradarstva, Vinogradarska praksa 1 i Vinogradarska praksa 2 te je bio suradnik na modulima Vinogradarstvo i Rasadničarstvo u okviru Međusveučilišnog studija Mediteranske poljoprivrede u Splitu. Bio je mentorom jedne doktorske disertacije. Znanstveno-istraživačka aktivnost dr. sc. Zdunića usmjerena je na identifikaciju sorata vinove loze upotrebom klasičnih i DNA metoda, ampelografiju, genetsku raznolikost divlje loze, klonsku selekciju i polimorfizam unutar sorti.

Koordinator je europskog projekta Procjena tolerantnosti hrvatske germplazme vinove loze na sušu (2020.-2023.). Koordinirao je dva međunarodna projekta, CEPF-Conserv te ECPGR-InWiGrape, HRZZ uspostavno istraživački projekt: Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*): vrijedni izvor gena za oplemenjivanje vinove loze uz potporu Hrvatske zaklade za znanost. Sudjelovao je na više od 10 međunarodnih i nacionalnih kompetitivnih projekata u okviru Horizon 2020, FP7, COST, HRZZ. Bio je suradnik na projektu FP7-ArimNet2 koji je imao jedan od ciljeva prilagodbu klimatskim promjenama poljoprivrede mediteranskih zemalja. Član je *Vitis* radne grupe pri programu European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR) te ekspertne grupe za opseg regionalnih/podregionalnih procjena bioraznolikosti i ekosistema pri međunarodnom tijelu Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

Zahvala

Pisanje ovoga rada usporedila bih s gradnjom velike građevine. Kako pri izgradnji građevina često sudjeluje čitav niz arhitekata, graditelja i savjetnika s ciljem da zgrada bude što ljepša, kvalitetnija, izrađena od biranog materijala, sposobna da izdrži ispite vremena i vremenskih (ne)prilika, na sličan način nastajao je i ovaj rad: timski, strpljivo i dinamično uz utkan rad, znanje, iskustvo mnogih ljudi. Koristim ovu priliku da se zahvalim svima koji su na bilo koji način doprinijeli realizaciji ovoga rada.

Od srca se zahvaljujem svojim mentorima, prof. dr.sc. Ivanu Pejiću i dr.sc. Goranu Zduniću koji su prepoznali važnost obrađivanja ove teme te dali inicijalne smjernice rada. Svojim znanjem i iskustvom bili su pomoć u svakom trenutku te kontinuirano usmjeravali pisanje, savjetovali, raspravljali i korigirali rad te koordinirali izvođenje praktičnog dijela rada. Posebno bi se zahvalila dr. Goranu koji je iz dana u dan pratio rad i sudjelovao u njegovoj provedbi te čije je zalaganje bilo daleko više od samo još jedne poslovne obaveze.

Zahvaljujem se svim članovima Povjerenstva za ocjenu i obranu doktorskog rada, profesorima Agronomskog fakulteta u Zagrebu, prof. dr.sc. Ediju Maletiću, prof. dr.sc. Zlatku Šatoviću te višem znanstvenom suradniku Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču, dr.sc. Marijanu Buboli na trudu i vremenu za korekcije ovoga rada. Od srca se zahvaljujem prof. Ediju na pomoći i podršci tijekom čitavog doktorskog studija.

Veliko hvala dr. sc. Ani Mucalo koja je prolazila sa mnom slične doktorandske dane i probleme te bila prijateljska podrška na terenima, u pisanju radova, laboratorijima, radionicama, putovanjima, nebrojenim svakodnevnim situacijama. Jednako tako, od srca sam zahvalna dr.sc. Katarini Hančević, s kojom sam provela sate i sate u laboratoriju, koja me strpljivo učila precizne i do tada, za mene potpuno nove laboratorijske analize te ukazala povjerenje kod izvođenja analiza, zbog čega su pogreške i ponavljanja bili zanemarivi. Zahvaljujem se dr. sc. Tomislavu Radiću koji je uvijek nesebično pomagao znanjem, željom da sasluša i dadne mudar savjet.

Veliko hvala dr.sc. Maji Žulj Mihaljević s Agronomskog fakulteta u Zagrebu na brizi, trudu i vremenu izdvojenom za genetičke analize i savjete za ovaj rad od koje sam usvojila mnoga nova znanja i vještine, a koji su činili neke od potpornih stupova ovoga rada.

Od srca se zahvaljujem dr.sc. Eriki Maul s Julius Kühn Instituta u Njemačkoj na toplom gostoprimstvu te brizi oko organizacije mog boravka u Njemačkoj poduzevši i više od svojih mogućnosti za njegovu realizaciju. Zahvaljujem joj se na inspirativnom trudu i srčanosti koje je pokazala u prenošenju znanja iz vinogradarstva i ampelografije. Zahvalna sam cijelom JKI Institutu na gostoprimstvu te pristupu laboratorijima, knjižnicama i informacijama potrebnim za izradu ovoga rada.

U osvrtu na stipendijski boravak na Sveučilištu Reading u Engleskoj, zahvalila bi se dr. sc. Matthewu Ordidgeu na gostoprimstvu i angažiranosti tijekom stipendije te asistentu Edwardu Venisonu. Zahvaljujem im na trudu, savjetima i novim spoznajama koje su mi prenijeli te iskrenoj želji da moj boravak u Engleskoj bude što kvalitetniji. Hvala Newbold College-u na toplom gostoprimstvu u sklopu njihovog dormitorija koji su dodatno boravak u Engleskoj učinili nezaboravnim.

Zahvaljujem se cijelom timu Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu što su mi ukazali povjerenje i učinili da se, iako sam udaljena stotinama kilometara od vlastite obitelji, osjećam kao kod kuće. Zahvaljujem se ravnateljstvu Instituta na brizi, ne samo za mene nego i za sve nas doktorande.

Zahvaljujem se na velikodušno izdvojenim financijskim sredstvima Instituta i Hrvatske zaklade za znanost, te njihovoj susretljivosti u neplaniranim okolnostima, poput pandemije COVID-19 koja je indirektno utjecala i na izradu ovoga rada.

Neopisivo sam zahvalna svojoj obitelji na ljubavi, podršci, strpljenju i ohrabrenju.

SAŽETAK

Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) je dvodomna drvenasta penjačica i srodnik kultivirane loze (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera* L.) koja je uglavnom hermafroditna. Prirodna *sylvestris* staništa su relativno netaknute šume u neposrednoj blizini vode. *Sylvestris* i *vinifera* čine genetski i taksonomski kontinuum što otežava njihovu identifikaciju. Morfološka i genetska svojstva te gospodarski i oplemenjivački potencijal divlje loze istražuju se intenzivno od početka 21. stoljeća kao izvor genetske varijabilnosti koji bi se mogao iskoristiti za oplemenjivanje kultivirane loze zbog pritiska štetnih organizama, stresova, genetske erozije te nepovoljnog učinka klimatskih promjena na sortiment kultivirane loze. Ovim istraživanjem provedena je detaljna morfološka i genetička karakterizacija te analiza gospodarski važnih svojstava 112 *sylvestris* jedinki sa sedam *in situ* populacija u Hrvatskoj te 67 F1 sjemenjaka *sylvestris* jedinki. Morfološka karakterizacija obuhvatila je mladicu, odrasli list i spol cvijeta putem 21 OIV deskriptora. Morfometrijske karakteristike grozda, bobica i sjemenki određene su direktnim mjerenjem na dostupnim ženskim jedinkama. Fenotipski opis bolesti pepelnice i plamenjače praćen je temeljem razvoja simptoma *in vivo* na jedinkama sjemenjaka te inokulacijom isječaka listova (*leaf disk*) sporama i praćenjem pod stereo mikroskopom. Genetske analize provedene su upotrebom 24 SSR lokusa, devet kloroplastnih SSR, četiri SSR lokusa za otpornost na bolesti te APT3 markerom za determinaciju spola cvijeta. Morfološkim analizama definiran je najčešći *sylvestris* profil. Utvrđeni su grozdovi malih dimenzija i većih vrijednosti ukupne kiselosti u soku kod *sylvestris* u odnosu na kultivare plemenite loze. Analizom sjemenki utvrđene su značajne razlike između *sylvestris* i *vinifera* sjemenki i potvrdila pouzdanost ovog svojstva u definiranju *sylvestris* profila. Mikrosatelitskim markerima utvrđen je visok polimorfizam istraživanog seta, ali i manja genetska raznolikost *sylvestris* u odnosu na *vinifera* i podloge za vinovu lozu uključujući i broj privatnih alela. Klaster metode (NJ, PCoA i Structure) jasno su razdvojile grupe *sylvestris*, *vinifera* i podloge za vinovu lozu, ali je utvrđeno preklapanje grupa *sylvestris* i *vinifera* što upućuje na protok gena u manjem obimu. Utvrđeno je 19% jedinki unutar populacija *sylvestris* koje taksonomski ne pripadaju podvrsti *sylvestris*, te su označene kao feralne. Potvrđena je strukturiranost *sylvestris* populacija koja prati geografsku distribuciju populacija, pri čemu južne, dalmatinske populacije imaju veću genetsku raznolikost (Imotski, $H_o=0,72$) od kontinentalnih (Lukovdol, $H_o=0,54$). Potvrđena je prisutnost dva klorotipa A i D, s dominacijom klorotipa A (64%). Puno roditeljstvo rekonstruirano je za 23% sjemenjaka pri čemu su oba roditelja bila unutar *sylvestris* populacija. Izdvojena grupa sjemenjaka *sylvestris* pokazala je različite razine fenotipske djelomične otpornosti na pepelnicu i plamenjaču. Analiza alelne različitosti na lokusima SC47-18 i UDV124 koji su povezani s *Ren1* gen lokusom identificirala je *sylvestris* jedinke sjemenjaka i *in situ* koje nose rezistentne alele.

Primjena morfoloških i genetskih metoda pokazala se korisna u identifikaciji *true to type sylvestris* i razlikovanju od *vinifera* i loznih podloga. Identifikacija feralnih jedinki samo morfološkim analizama nije bila dovoljna već ju je bilo potrebno kombinirati s genetičkim metodama od kojih je posebno informativna bila metoda *Structure*. Rezultati upućuju na veću sličnost hrvatskih *sylvestris* populacija populacijama zapadne Europe, no pojedine populacije i svojstva bila su bliža istočnim i crnomorskim populacijama što odgovara geografskom položaju Hrvatske između ovih regija.

Ključne riječi: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*, mikrosateliti, genetska raznolikost, klorotip, struktura populacija, roditeljska analiza, protok gena, APT3, *leaf disk*

MORPHOLOGICAL AND GENETIC DIVERSITY OF WILD GRAPE (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) IN CROATIA

Wild grape (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi) is dioecious woody liana, a relative of the cultivated grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera* L.) which is mainly hermaphroditic. The natural habitats of *sylvestris* represent relatively unaltered forests in close proximity to water. *Sylvestris* and *vinifera* in natural habitats form a genetic and taxonomic continuum which makes their identification difficult. Morphological and genetic traits, productive and breeding potential of *sylvestris* have been intensively investigated since the beginning of the 21st century due to pest pressure, stress, genetic erosion and the adverse climate change effects on cultivated crops. This study aimed at detailed morphological and genetic characterization and analysis of economically important traits of 112 *sylvestris* individuals at seven *in situ* populations in Croatia and 67 F1 *sylvestris* seedlings. Morphological characterization encompassed descriptions of shoot, adult leaf and flower sex using 21 OIV descriptors. Morphometric characteristics of clusters, berries, and seeds were determined by direct measurement on female individuals available. Phenotypic description of powdery and downy mildew was carried out on *sylvestris* seedlings by observing development of symptoms *in vivo* and *leaf disk* inoculations with monitoring of fungal spores under a stereo microscope. Genetic analyzes were performed using 24 SSR markers, nine chloroplast SSR markers, four resistance related, R-SSR markers and DNA APT3 marker for flower sex determination. Morphological analyzes defined the most common *sylvestris* profile. Small clusters and higher values of total acidity in the juice of *sylvestris* were recorded compared to *vinifera* cultivars. Seed analysis revealed significant differences between *sylvestris* and *vinifera* and confirmed its reliability in defining *sylvestris* profile. Only the seed width was not significantly different parameter between *sylvestris* and *vinifera*. Seed morphology was less reliable in discriminating *sylvestris* from *feral* accessions.

Microsatellite markers revealed a high polymorphism of the studied set, but also a lower genetic diversity of *sylvestris* compared to *vinifera* and rootstocks, including the number of private alleles (PA). There was 12 PA in *sylvestris* cluster observed but PA showed sensitivity to the change in size of the sample set. Cluster methods (NJ, PCoA and Structure) clearly differentiated groups *sylvestris*, *vinifera* and rootstocks, but also revealed an overlaps between *sylvestris* and *vinifera* groups, indicating gene flow to some extent. Analyses identified about 19% of individuals within *sylvestris* populations that taxonomically do not belong to the subsp. *sylvestris* and were designated as *feral*. Croatian cultivars showed on average a lower level (9%) of admixed genotypes than the western European cultivars (24%), while the amount of admixed genome in Croatian *sylvestris* accessions originating from *vinifera* pool was similar between Croatian and the western European *vinifera* clusters. The structure of *sylvestris* populations was slightly fragmented but follows the geographical distribution of populations, with the southern Dalmatian populations having greater genetic diversity (Imotski, $H_o = 0.72$) than the continental ones (Psunj, $H_o = 0.60$ and Lukovdol, $H_o = 0.54$). Inbreeding coefficient (F) in the studied set was negative indicating an excess of heterozygotes and high genetic diversity of the studied set. Two *sylvestris* populations with negative F values (Imotski and Krka) showed highest number of *feral* individuals while other populations were positive for F values indicating higher level of inbreeding depression. The presence of two chlorotypes A and D from a previous study was confirmed, with a predominance of chlorotype A (64%). The full parentage was determined for 23% of the seedlings analysed with both parents originating from *sylvestris* populations. Parent-pair analysis have not showed any reliable parent-offspring trio, but allowed us to assume the higher hybridization events within a single *sylvestris* population and thus higher isolation between the studied populations. The subset of *sylvestris* seedlings showed different and partial levels of phenotypic resistance to powdery and downy mildew. Analysis of allelic diversity at the SC47-18 and UDV124 loci associated with the Ren1 gene locus

identified *sylvestris* seedlings and *in situ* individuals carrying resistant alleles. The highest number of R-alleles was detected on the SC47-18 marker. Individuals that showed resistance alleles, especially those having two R-alleles have shown a consistent resistance in biological tests and deserve to be additionally studied (SjPak3, SjCer7, SjCer14, SjCer23).

Morphological and genetic methods applied in this study have proved to be useful in the identification of *true to type sylvestris*, to distinguish *sylvestris* from *vinifera* and rootstocks. The identification of feral individuals by morphological analyzes alone was not sufficient and requires combined analysis with genetic methods of which the Structure method proved to be particularly useful. The results indicate a greater similarity of Croatian *sylvestris* populations with the populations of the Western Europe, but some populations and individual traits showed affinity towards eastern and Black Sea populations, which corresponds to the geographical position of Croatia between these regions.

Keywords: *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*, microsatellites, genetic diversity, chlorotype, population structure, parentage analysis, gene flow, APT3, leaf disk assay

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Hipoteze i ciljevi rada	3
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Sistematika vinove loze	4
2.2. Rasprostranjenost i stanište divlje loze	5
Ugroženost divlje loze.....	6
2.3. Morfološki profil divlje loze	7
2.3.1. Morfologija mladice i lista	7
2.3.2. Morfologija cvijeta	8
2.3.3. Morfologija grozda i bobica	9
2.3.4. Morfologija sjemenke	10
2.4. Genetski profil divlje loze.....	11
2.4.1. Identifikacija sorata vinove loze upotrebom mikrosatelita (Simple Sequence Repeats, SSR).....	11
2.4.2. Procjena genetske raznolikosti prirodnih populacija	13
2.4.3. Haplotipska raznolikost loze.....	15
2.4.4. Nasljedna osnova za spol cvijeta	17
2.5. Oplemenjivački potencijal divlje loze.....	19
2.5.1. Proizvodnja vina.....	19
2.5.2. Bolesti vinove loze	20
3. MATERIJAL I METODE.....	23
3.1. Biljni materijal.....	23
3.2. Lokaliteti	32
3.3. Morfološke analize divlje loze	37
3.3.1. Morfološki opisi putem OIV deskriptora	37
3.3.2. Uvometrijska mjerenja i analiza mošta.....	39
3.3.3. Morfometrijska analiza sjemenki.....	39
3.4. DNA analize divlje loze.....	40
3.4.1. Izolacija DNA.....	40
3.4.2. Mikrosatelitska analiza	42
3.5. Analiza otpornosti na uzročnika pepelnice (<i>Erysiphe necator</i>) i plamenjače (<i>Plasmopara viticola</i>).....	51
3.5.1. <i>In vivo</i> i <i>in vitro</i> testiranje	51

Protokol za <i>in vitro</i> testiranje otpornosti na <i>Erysiphe necator</i> metodom isječka listova – <i>leaf disk</i>	53
Protokol za <i>in vitro</i> testiranje otpornosti na <i>Plasmopara viticola</i> metodom isječka listova – <i>leaf disk</i> prema Vezzulli i sur. (2018)	53
3.6. Statističke analize	55
3.6.1. Morfološka analiza	55
3.6.2. Molekularno-genetička analiza.....	56
4. REZULTATI.....	59
4.1. Morfološke analize	59
4.1.1. Morfološke analize na osnovi OIV deskriptora.....	59
4.1.2. Uvometrijski podaci	64
4.1.3. Arhitektura grozda	64
4.1.4. Fizikalno-kemijska analiza mošta	67
4.1.5. Morfološka analiza sjemenki.....	68
4.2. DNA analize	73
4.2.1. Analiza genetske raznolikosti <i>sylvestris</i> u Hrvatskoj.....	73
4.2.2. Privatni aleli i aleli veće frekvencije u skupu <i>sylvestris</i>	76
4.2.3. Marker APT3 i spol cvijeta	78
4.2.4. Analiza klorotipova	79
4.2.5. Roditeljska analiza	80
4.2.6. Struktura <i>sylvestris</i> populacija u Hrvatskoj.....	80
4.3. Status feralnih (ne- <i>sylvestris</i>) jedinki	86
4.4. Analiza otpornosti na gljivične bolesti	94
4.4.1. Otpornost <i>in situ sylvestris</i> jedinki na gljivične bolesti.....	94
Polimorfizam R-SSR lokusa <i>in situ sylvestris</i> jedinki	94
4.4.2. Otpornost <i>sylvestris</i> sjemenjaka na gljivične bolesti.....	97
5. RASPRAVA	106
5.1. Morfološke posebnosti i genetska struktura <i>sylvestris</i>	106
5.2. Genetski pokazatelji varijabilnosti <i>sylvestris</i> skupa.....	107
5.3. Ključna svojstva za determinaciju <i>sylvestris</i> jedinki	111
5.4. Potencijal <i>sylvestris</i> u oplemenjivanju	114
5.5. Feralne (ne- <i>sylvestris</i>) jedinke.....	117
5.6. Roditeljske analize.....	119
6. ZAKLJUČCI	121
7. POPIS LITERATURE	123
8. ŽIVOTOPIS.....	134

9. PRILOZI	135
-------------------------	-----

Popis kratica

AFLP *Amplified fragment length polymorphism*

ANOVA analiza varijance

bp parovi baza (*base pairs*)

br broj

cpSSR kloroplastna DNA

cpSSR kloroplastni SSR lokusi

DNA deoksiribonukleinska kiselina

dNTP deoksiribonukleotid-trifosfati

Fwd Forward (početnica)

God godina

H₂O voda

InWiGrape projekt: *Increasing the efficiency of conservation of wild grapevine genetic resources in Europe*

LC kategorija najmanje ugroženosti za opstanak vrste (*least concern*)

LOD *Logarithm of the odds*

LSD *Least significant difference*

MAS selekcija upotrebom markera (*Marker assisted selection*)

MgCl₂ magnezijev klorid

NaOCl_(aq) vodena otopina natrijevog hipoklorita

nSSR nuklearni mikrosatelitski lokusi

OIV *Organisation Internationale de la vigne et du vin*

PCD programirana smrt stanica (*Programmed cell death*)

PCR lančana reakcija polimerazom (*Polymerase chain reaction*)

QTL lokusi za kvantitativna svojstva (*Quantitative trait loci*)

RAPD *Random Amplified Polymorphic DNA*

Ren1 lokus otpornosti na pepelnicu (*Resistance to Erysiphe necator*)

RFLP *Restriction Fragment Length Polymorphism*

Rpv1 lokus otpornosti na plamenjaču (*Resistance to Plasmopara viticola*)

R-SSR SSR lokusi nosioci otpornosti

Run1 lokus otpornosti na pepelnicu (*Resistance to Uncinula necator*) – stariji naziv

Rvs Reverse (početnica)

SNP polimorfizam jednog nukleotida (*Single nucleotid polymorphism*)

SSR mikrosatelitski lokusi /markeri (*Simple sequence repeat*)

sylvestris *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi

True to Type 'pravi' ili 'očekivani' *sylvestris* genotip za koji se empirijski može reći da pripada pravoj divljoj lozi

UNESCO *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

UPGMA *Unweighted pair group method with arithmetic mean*

vinifera *Vitis vinifera* subsp. *vinifera* L.

VIVC *European Vitis Database*

Popis tablica

Tablica 2.1. Haplotipovi vinove loze i pripadajući klorotipovi na 9 cpSSR lokusa prema Arroyo-García i sur. (2006)	16
Tablica 3.1. Popis 136 uzoraka potencijalnih <i>sylvestris</i> jedinki sa sedam <i>in situ</i> lokaliteta u Hrvatskoj	23
Tablica 3.1. nastavak 1	24
Tablica 3.1. nastavak 2	25
Tablica 3.1. nastavak 3	26
Tablica 3.1. nastavak 4	27
Tablica 3.1. nastavak 5	28
Tablica 3.2. Popis F1 sjemenjaka originalnih <i>in situ sylvestris</i> ženskih jedinki	29
Tablica 3.2. nastavak 1	30
Tablica 3.2. nastavak 2	31
Tablica 3.3. Izdvojeni set od 21 OIV deskriptora korišten za morfološku evaluaciju <i>sylvestris</i> jedinki	38
Tablica 3.4. Karakteristike 24 nSSR lokusa	43
Tablica 3.4. nastavak	44
Tablica 3.5. Uvjeti i koncentracije komponenata korištenih za lančanu reakciju polimerazom (PCR) amplifikaciju izabranih SSR lokusa i APT3 Indel markera	45
Tablica 3.6. Karakteristike 9 SSR lokusa korištenih u analizi kloroplastne DNA	46
Tablica 3.7. Koncentracije i volumeni kemijskih komponenata potrebnih za amplifikaciju cpSSR lokusa prema multipleksima	47
Tablica 3.8. Karakteristike specifičnih lokusa (R-SSR) povezanih s otpornošću na <i>E. necator</i> i <i>P. viticola</i>	48
Tablica 3.9. Dužine DNA fragmenata dijagnostičkog markera APT3 (Fechter i sur., 2012)	49
Tablica 3.10. Fenotipska ocjena stupnja zaraze pepelnicom (OIV 455) i plamenjačom OIV 452)	52
Tablica 4.1. Najčešće morfološke karakteristike <i>in situ sylvestris</i> jedinki	61
Tablica 4.1. nastavak 1	62
Tablica 4.1. nastavak 2	63
Tablica 4.2. Morfometrijske karakteristike grozdova istraživanih <i>sylvestris</i> jedinki u 2017. i 2018. godini	65
Tablica 4.3. Fizikalno-kemijska analiza mošta <i>sylvestris</i>	68
Tablica 4.4. Morfološka analiza dorzalne strane sjemenki <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i> tijekom 2017. i 2018. godine	70
Tablica 4.4. nastavak	71
Tablica 4.5. Pokazatelji genetske raznolikosti i informativnosti na pročišćenom <i>in situ sylvestris</i> skupu na 24 SSR lokusa: broj analiziranih jedinki (N), broj alela po lokusu (Na), broj efektivnih alela po lokusu (Ne), informacijski indeks (I), opažena heterozigotnost (Ho), očekivana heterozigotnost (He), nepristrana očekivana heterozigotnost (uHe), informacijski sadržaj polimorfizma (PIC), vjerojatnost identiteta (PI), fiksacijski indeks (F), nul aleli (Fnul) odstupanje od Hardy-Weinberg ravnoteže (HWE)	74

Tablica 4.6. Genetska raznolikost <i>sylvestris</i> populacija u Hrvatskoj na osnovi pročišćenog skupa (n=88) u usporedbi sa skupom sorata (n=152) i podloga (n=7) na 20 SSR lokusa. Populacije Grab i Gizdovac su izostavljene iz analize zbog malog broja jedinki.	75
Tablica 4.7. Popis privatnih alela s pripadajućim frekvencijama) po populaciji utvrđenih analizom pročišćenog <i>sylvestris</i> i skupa od 159 divergentnih genotipova <i>vinifera</i> i loznih podloga.....	76
Tablica 4.7. nastavak	77
Tablica 4.8. Analiza očinstva F1 <i>sylvestris</i> sjemenjaka.....	80
Tablica 4.9. Fenotipske karakteristike feralnih jedinki prema 21 OIV deskriptoru.....	89
Tablica 4.9. nastavak 1	90
Tablica 4.9. nastavak 2.....	91
Tablica 4.9. nastavak 3.....	92
Tablica 4.10. Popis specifičnih alela feralnih jedinki	93
Tablica 4.11. Polimorfizam R-SSR lokusa <i>in situ sylvestris</i> skupa na pepelnicu (OIV 455) i plamenjaču (OIV 452). Jedinke nosioci R-alela jače su podebljane	95
Tablica 4.11. nastavak.....	96
Tablica 4.12. Korelacija između <i>in vivo</i> i <i>in vitro</i> metoda za analizu otpornosti na pepelnicu	98
Tablica 4.13. Ocjene simptoma bolesti i polimorfizam R-SSR lokusa na 67 sjemenjaka za otpornost na <i>E. necator</i> (OIV 455) i <i>P. viticola</i> (OIV 452). Jedinke nosioci dva R-alela jače su istaknute. Podskup od 35 sjemenjaka uključenih u <i>in vitro</i> analize izdvojen je u gornjem dijelu tablice.....	102
Tablica 4.13. nastavak 1.....	103
Tablica 4.13. nastavak 2.....	104
Tablica 4.13. nastavak 3.....	105

Popis slika

Slika 2.1. Rasprostranjenost <i>sylvestris</i> (preuzeto s: http://www.eu-vitis.de/index.php , 17.3.2019).....	5
Slika 2.2. Staništa <i>sylvestris</i> : 1-obalna zona (ravnica, laguna, ušće), 2-glavni naplavni tok, 3-dolina, 4-visoravan, 5-tjesnac, 6-jaruga uz padinu ili uz rub doline, 7-padina (preuzeto iz Biagini i sur., 2014).....	6
Slika 2.3. List <i>sylvestris</i> s lokaliteta Ketsch u Njemačkoj (Schneider, Julius Kühn-Institut, JKI).....	8
Slika 2.4. Morfološka građa ženskog, muškog i hermafroditnog tipa cvijeta u <i>V. vinifera</i> (Massonnet i sur., 2020).....	9
Slika 2.5. Ren1 regija na kromosomu 13 sorte 'Kishmish vatkana' (B).....	22
Slika 3.1. Karta Hrvatske s lokacijama <i>in situ sylvestris</i> populacija (www.d-maps.com) ...	32
Slika 3.2. <i>Sylvestris</i> u šumi na lokalitetu Psunj.....	33
Slika 3.3. <i>Sylvestris</i> u šumi mjesta Rtić kod Lukovdola.....	33
Slika 3.4. <i>Sylvestris</i> u Nacionalnom parku Paklenica.....	34
Slika 3.5. <i>Sylvestris</i> u Nacionalnom parku Krka.....	34
Slika 3.6. <i>Sylvestris</i> na lokalitetu Gizdovac.....	35
Slika 3.7. <i>Sylvestris</i> na lokalitetu Grab.....	35
Slika 3.8. <i>Sylvestris</i> na lokalitetu Imotski (Modro jezero).....	36
Slika 3.9. Sjemenke <i>Vitis vinifera</i> L. Dorzalna (D), lateralna (L) i ventralna (V) strana: 1 ukupna dužina sjemenke, 2 maksimalna širina sjemenke, 3 debljina sjemenke, 4 širina kljuna kod hiluma, 5 širina kljuna pri bazi sjemenke, 6 dužina kljuna s dorzalne strane....	40
Slika 3.10. Izolacija DNA u laboratoriju.....	41
Slika 3.11. Prikaz elektroferograma dva <i>sylvestris</i> sjemenjaka za lokus VVS2 u programu GeneMapper.....	50
Slika 3.12. <i>In vitro</i> testiranje otpornosti na bolesti metodom isječaka listova (<i>leaf disk</i>)....	51
Slika 3.13. Pepelnica lista sjemenjaka <i>sylvestris</i> pod stereo mikroskopom: a) sporulacija <i>E. necator</i> na licu lista, b) lanci oidija.....	52
Slika 3.14. Plamenjača lista <i>vinifera</i> pod stereo mikroskopom: a) gusta sporulacija na naličju, b) spore vidljive pod svjetlosnim mikroskopom uz povećanje 10 x.....	52
Slika 4.1. Razlike u stupnju zbijenosti grozda <i>sylvestris</i>	66
Slika 4.2. PCA grupiranje <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i> na osnovi uvometrijskih podataka analizirano u programu Statistica.....	66
Slika 4.3. Grupiranje <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i> prema uvometrijskim podacima u 2017. i 2018. godini UPGMA metodom u programu Statistica.....	67
Slika 4.4. Morfologija dorzalne strane sjemenki <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i>	69
Slika 4.5. PCA grupiranje sjemenki <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i> analizirano u programu Statistica.....	72
Slika 4.6. Grupiranje <i>sylvestris</i> i <i>vinifera</i> na osnovi morfologije sjemenki u 2017. i 2018. godini putem Ward metode u programu Statistica.....	72
Slika 4.7. Distribucija klorotipova pročišćenog <i>sylvestris</i> skupa po populacijama u Hrvatskoj (www.d-maps.com).....	79
Slika 4.8. NJ grupiranje pročišćenog skupa od 250 jedinki: <i>vinifera</i> (●), lozne podloge (■) te <i>sylvestris</i> (▲), analizirano u Mega software na standardiziranoj matrici udaljenosti kovarijance.....	82
Slika 4.9. Distribucija jedinki pročišćenog <i>sylvestris</i> skupa i 159 genotipova <i>vinifera</i> i podloga pomoću PCoA provedeno u programu GenAlex.....	83

Slika 4.10. NJ grupiranje sjemenjaka <i>sylvestris</i> pomoću Mega programa	84
Slika 4.11. NJ grupiranje sjemenjaka unutar <i>in situ</i> jedinki <i>sylvestris</i> pomoću Mega programa.....	84
Slika 4.12. Delta K: stopa promjene vjerodostojnosti između uzastopnih vrijednosti K, 10 prohoda za svaki K.....	86
Slika 4.13. Grafički prikaz strukture pročišćenog skupa i skupa 159 genotipova za najvjerodostojniji $k=4$ prema Structure analizi. Jedinke su prikazane vertikalnim stupcem i bojom sukladno koeficijentu q i pripadajućoj izvornoj skupini	86
Slika 4.14. Oboljeli grozd jedinke Krka20 (a) i simptomi plamenjače lista jedinke Grab3 (b)	94
Slika 4.15. <i>In vivo</i> otpornost sjemenjaka i sorata na <i>E. necator</i> u 2018. i 2019. godini	97
Slika 4.16. <i>In vitro</i> otpornost sjemenjaka i sorata na <i>E. necator</i> u 2018. i 2019. godini (<i>leaf disk</i>)	98
Slika 4.17. Osjetljivost sjemenjaka na <i>E.necator</i> na licu lista prema skali OIV 455: 1-3-5-7-9 s lijeva na desno (redom navođenja)	99
Slika 4.18. <i>In vitro</i> otpornost sjemenjaka i sorata na <i>P.viticola</i> u 2018. i 2019. godini (<i>leaf disk</i>)	100
Slika 4.19. Osjetljivost sjemenjaka na <i>P. viticola</i> na naličju lista prema skali OIV 452: 1-3-5-7-9 s lijeva na desno (redom navođenja)	100
Slika 4.20. Usporedba <i>in vivo</i> i <i>in vitro</i> opažanja razvoja <i>E. necator</i> tijekom 2018. i 2019. godine.....	101

Popis priloga

Prilog 1. Popis hrvatskih sinonima za divlju lozu (<i>sylvestris</i>).....	135
Prilog 1. nastavak.....	136
Prilog 2. Popis divergentnih genotipova za analize usklađene na 20 SSR lokusa	137
Prilog 2. nastavak 1.....	138
Prilog 2. nastavak 2.....	139
Prilog 2. nastavak 3.....	140
Prilog 3. Popis divergentnog skupa kultivirane loze uključen u uvometrijske analize, morfometrijske analize sjemenki i otpornosti na gljivične bolesti	140
Prilog 3. nastavak.....	141
Prilog 4. Morfološki profil pročišćenog <i>sylvestris</i> seta na osnovi 21 OIV deskriptora.....	142
Prilog 4. nastavak 1.....	143
Prilog 4. nastavak 2.....	144
Prilog 4. nastavak 3.....	145
Prilog 4. nastavak 4.....	146
Prilog 4. nastavak 5.....	147
Prilog 4. nastavak 6.....	148
Prilog 4. nastavak 7.....	149
Prilog 4. nastavak 8.....	150
Prilog 4. nastavak 9.....	151
Prilog 4. nastavak 10.....	152
Prilog 4. nastavak 11.....	153
Prilog 4. nastavak 12.....	154
Prilog 5. Morfometrijske karakteristike grozdova 42 divergentne sorte u 2017. i 2018. godini	155
Prilog 5. nastavak 1.....	156
Prilog 5. nastavak 2.....	157
Prilog 5. nastavak 3.....	158
Prilog 6. Fizikalno-kemijska analiza mošta 42 divergentne sorte <i>vinifera</i> u 2017. i 2018. godini	159
Prilog 6. nastavak 1.....	160
Prilog 6. nastavak 2.....	161
Prilog 7. Mikrosatelitski profili ukupnog <i>sylvestris</i> seta s originalnih <i>in situ</i> lokaliteta na području Hrvatske na osnovi 24 nSSR lokusa.....	162
Prilog 7. nastavak 1.....	163
Prilog 7. nastavak 2.....	164
Prilog 7. nastavak 3.....	165
Prilog 7. nastavak 4.....	166
Prilog 7. nastavak 5.....	166
Prilog 7. nastavak 6.....	167
Prilog 7. nastavak 7.....	168
Prilog 7. nastavak 8.....	169
Prilog 7. nastavak 9.....	170
Prilog 8. Mikrosatelitski profili 67 sjemenjaka na osnovi 24 nSSR lokusa.....	171
Prilog 8. nastavak 1.....	172
Prilog 8. nastavak 2.....	173
Prilog 8. nastavak 3.....	174
Prilog 8. nastavak 4.....	175

Prilog 8. nastavak 5.....	176
Prilog 9. Frekvencije alela za grupe sorata, podloga i <i>sylvestris</i> na 20 SSR lokusa (aleli s frekvencijom većom od 0.3 za <i>sylvestris</i> i manjom od 0.3 za ostale grupe posebno su istaknuti).....	177
Prilog 9. nastavak 1.....	178
Prilog 9. nastavak 2.....	179
Prilog 9. nastavak 3.....	180
Prilog 10. Polimorfizam ukupnog <i>in situ sylvestris</i> seta na APT3 markeru	181
Prilog 10. nastavak 1.....	182
Prilog 10. nastavak 2.....	183
Prilog 11. Polimorfizam 67 sjemenjaka na markeru APT3 za spol cvijeta	183
Prilog 11. nastavak.....	184
Prilog 12. Alelne varijacije i klorotipovi ukupnog <i>in situ sylvestris</i> skupa na 9 kloroplastnih SSR lokusa.....	185
Prilog 12. nastavak 1.....	186
Prilog 12. nastavak 2.....	187
Prilog 12. nastavak 3.....	188
Prilog 12. nastavak 4.....	189
Prilog 13. Alelne varijacije i klorotipovi 67 sjemenjaka na 9 kloroplastnih SSR lokusa...	189
Prilog 13. nastavak 1.....	190
Prilog 13. nastavak 2.....	191
Prilog 14. Udjeli genoma pročišćenog skupa <i>sylvestris</i> i 159 genotipova <i>vinifera</i> i podloga (=250) u četiri predložena genska skupa prema Structure analizi. Istaknute su vrijednosti $q>0.75$	192
Prilog 14. nastavak 1.....	193
Prilog 14. nastavak 2.....	194
Prilog 14. nastavak 3.....	195
Prilog 14. nastavak 4.....	196
Prilog 14. nastavak 5.....	197

1. UVOD

Vinova loza (*Vitis vinifera* L.) je gospodarski najznačajnija i uzgojem najzastupljenija voćna kultura u svijetu (De Andres i sur., 2012; Arroyo-García i sur., 2016). Taksonomski je podijeljena na dvije podvrste: kultivirana (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera* L.) i divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel Hegi). Divlja loza (sinonimi: vinjaga, vinika) bliski je srodnik plemenite loze. Smatra se i jedinim endemskim taksonom porodice Vitaceae u Europi (De Andres i sur., 2012). *Sylvestris* je poznat više od 2000 godina kao i činjenica da vrlo malo rodi (Ocete i sur., 2019). Postoje podaci da je *sylvestris* sve do 20. stoljeća bio široko rasprostranjen i korišten u ljudskoj prehrani (Maghradze i sur., 2015; Cantos i sur., 2017; Cunha i sur., 2020).

Sredinom 20. stoljeća istaknut je problem genetske erozije kultivirane loze zbog utjecaja štetnih organizama te uzgoja tradicionalnih sorata uz podatak da svega 33 sorte vinove loze čine polovinu površina svjetskih vinograda (Emanuelli i sur., 2013; Maletić i sur., 2015; Alston i Sambucci, 2019). Istraživanja divlje loze intenzivirana su početkom 21. stoljeća razvojem molekularno-genetičkih metoda, a iskazana je potreba za novim saznanjima i poznavanjem varijabilnosti svojstava ukupne *Vitis* germplazme i mogućnosti razvoja novih genotipova koji bi bili tolerantniji na posljedice izazvane klimatskim promjenama. Ovdje se vidi potencijal divlje loze koja se smatra još i pretkom kultivirane loze. Istraživanja su usmjerena identifikaciji gena za otpornost na najznačajnije bolesti na koje je *vinifera* uglavnom osjetljiva s obzirom na poticano oplemenjivanje u cilju dobivanja većeg uroda bolje kvalitete (veće bobice, viši sadržaj šećera) što je često praćeno gubitkom otpornosti na abiotske i biotičke stresove (Benito i sur., 2017; Riaz i sur., 2018; Grassi i Arroyo-García, 2020).

Populacije *sylvestris* su fragmentirane i degradirane, u zapadnoj Europi često i potpuno uništene (Biagini i sur., 2016; Meléndez i sur., 2016). Divlja loza je smatrana korovom i uništavana (Meléndez i sur., 2016). Areal rasprostranjenosti najvećim dijelom je vezan za šume Mediterana, Srednjeg i Bliskog istoka, a naseljava vlažna staništa u blizini rijeka, jezera i potoka. U nekim je zemljama, naročito zapadne Europe, strogo zaštićena (Biagini i sur., 2014). Jedna od najvažnijih razlikovnih karakteristika između *sylvestris* i *vinifera*, jest morfološki i funkcionalno različita građa njihova cvijeta. *Sylvestris* je u pravilu dvodomna, dok je *vinifera* hermafroditna. Ovo se najviše odražava na rodnosti koja je u *sylvestris* vrlo oskudna i drastično manja od uroda *vinifera*.

U Hrvatskoj, osim starih pisanih zapisa o divljoj lozi (Imenik bilja, Šulek, 1879), do nedavno nije bilo sustavnog istraživanja divlje loze (Zdunić i sur., 2017). Na susjednom području Bosne i Hercegovine provedeno je istraživanje divlje loze prije gotovo 70 godina (Turković, 1953). Čitavo područje Balkana nije dovoljno istraženo i iskazana je potreba za upotpunjavanjem slike bioraznolikosti kultivirane i divlje loze (Dzhambazova i sur., 2009; Butorac i sur., 2018). Istraživanja divlje loze u Hrvatskoj su započeta 2012. godine kroz različite europske projekte prilikom čega je otkriveno pet prirodnih lokaliteta gdje raste *sylvestris*. Do sada opisani lokaliteti nalaze se u obalnom dijelu jadranske regije u kontaktnoj zoni eumediterana i submediterana, a karakterizirani su tipičnim krškim reljefom (Butorac i sur., 2018). Staništa se nalaze duž riječnih obala i uz rubove šuma, gotovo uvijek vezana za dovoljne izvore vode, iako mogu uspijevati i na sušnijim staništima. S obzirom na bogatstvo autohtonog sortimenta unutar Nacionalne kolekcije autohtonih dalmatinskih sorata, započeto je upotpunjavanje *ex situ* kolekcije *sylvestris* primkama i sjemenjacima. Dosadašnjim analizama *sylvestris* loze utvrđena je manja genetska raznolikost *sylvestris* od *vinifera* i podloga te jasna separacija podvrsta *sylvestris* od *vinifera* (Zdunić i sur., 2017). Utvrđena je tipična *sylvestris* arhitektura grozda, te određeni udio hibrida ili sorata i podloga 'pobjeglih' iz uzgoja (Zdunić i sur., 2016). Utvrđena je i klorotipska distribucija *sylvestris* populacija s dominantnim klorotipom A kao i u zapadno-europskih populacija i manje, klorotipom D koji je češći u istočno-europskih populacija (Butorac i sur., 2018). *Sylvestris* u Hrvatskoj je pokazao i vrijedne karakteristike raznolikosti antocijanskog profila (Budić-Leto i sur., 2018) ili pak udio mikoriznih gljiva na korijenu *sylvestris* koji je sličan kultiviranoj lozi u vinogradima u ekološkom sustavu proizvodnje (Radić i sur., 2018). U kontekstu distribucije *sylvestris* populacija na Mediteranu, hrvatske populacije putem analize SSR lokusa, klasterirale su se sa *sylvestris* jedinkama zapadne Europe, ali i sortama različitog geografskog porijekla te *sylvestris* lozom iz Gruzije kao pretpostavljenog centra domestikacije loze (Riaz i sur., 2018).

Sva ova istraživanja čine *sylvestris* populacije u Hrvatskoj zanimljivim i korisnim za istraživanje te očuvanje genetskih resursa vinove loze. S obzirom na koegzistenciju i spoznaju da divlja i kultivirana loza dijele primarni genetski bazen potrebno je provoditi istraživanja obje podvrste (Aradhya i sur., 2003). Tek je manji dio svojstava i genetske raznolikosti germplazme iskorišten u agronomskoj praksi, a divlji srodnici potencijalno predstavljaju izvor genetske varijabilnosti koji bi se mogao iskoristiti za oplemenjivanje kultivirane loze (El Oualkadi i sur., 2011; Riaz i sur., 2018). U Hrvatskoj, pored do sada poznatih i istraženih *sylvestris* staništa, postoji još nekoliko potencijalnih lokaliteta koje valja istražiti čime će se upotpuniti slika genetske strukture *sylvestris* i doprinjeti njihovom boljem očuvanju *in situ* i kolekcijama germplazme.

1.1. Hipoteze i ciljevi rada

Hipoteze:

Ho 1) Prirodne populacije divlje loze u Hrvatskoj su međusobno genetski strukturirane (genetski i morfološki raznolike) i posjeduju korisna svojstva i gene upotrebljive u modernom oplemenjivanju vinove loze.

Ho 2) Unutar populacija divlje loze prisutne su i feralne (*ne-sylvestris*) jedinke nastale spontanim križanjima prirodnih populacija divlje loze sa predstavnicima kultivirane loze i loznih podloga.

Ciljevi:

Cilj 1) Utvrditi razinu genetske varijabilnosti divlje loze i procijeniti mogući doprinos divlje loze u stvaranju nekih autohtonih hrvatskih sorata preko utvrđivanja postojanja i učestalosti privatnih SSR alela unutar autohtonih sorti.

Cilj 2) Utvrditi značajnost razlika morfoloških karakteristika između jedinki divlje loze i definirati grupu specifičnih karakteristika za divlju lozu.

Cilj 3) Utvrditi značajnost razlika gospodarski važnih svojstava (kakvoća mošta i otpornost na gljivične bolesti) između divlje i kultivirane loze.

Cilj 4) Rekonstruirati roditeljstvo istraživanih jedinki divlje loze i generativnih potomaka divlje loze (F1 sjemenjaci ženskih jedinki divlje loze) radi uvida u protok gena i detekcije *ne-sylvestris* jedinki te procjene genetske održivosti prirodnih populacija divlje loze.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Sistematika vinove loze

Euroazijska vrsta *Vitis vinifera* L. uključuje dvije podvrste: divlju dvodomnu lozu (*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* Hegi Gmelin) koja se smatra pretkom za drugu uglavnom hermafroditnu podvrstu *Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera* u koju su uključene uglavnom sve kultivirane sorte za proizvodnju vina, potrošnju grožđa u svježem stanju i proizvodnju sušenog grožđa (suhica). Obje podvrste botanički pripadaju rodu *Vitis* te porodici lozica (*Vitaceae* Juss.), višegodišnjih drvenastih povijuša, penjačica. Vitice kojima se loze penju i pričvršćuju uz potporanj osnovno su obilježje ove porodice. Porodica *Vitaceae* pripada redu Rhamnales, razredu dvosupnica (Magnoliatae, Dicotyledonae) i pododjeljku kritosjemenjača (Magnoliophytina, Angiospermae). Opće prihvaćena je podjela porodice *Vitaceae* po Planchonu (1887) sa 10 rodova (Maletić i sur., 2008). Rod *Vitis* podijeljen je na dva podroda, *Vitis* i *Muscadinia* (Aradhya i sur, 2003). Vrste ovih podrodova različitog su kariotipa: *Vitis* ($2n=38$) i *Muscadinia* ($2n=40$) (Zecca i sur., 2012). Rod *Vitis* je monofiletski takson porodice *Vitaceae* i broji šezdesetak vrsta većinom prisutnih u Aziji i Americi. Osim kultivirane loze, sve su uglavnom dvodomne (Picq i sur., 2014). Kultivirana i divlja loza pripadaju podrodu *Euvitis* koji se dijeli u tri grupe: Sjevernoamerička, Istočnoazijska te Euroazijska grupa.

Nedavno je izražena potreba taksonomske revizije većine rodova porodice *Vitaceae* pomoću bioinformatičkih metoda (Walker i sur., 2019).

Ardenghi i sur. (2014) raspravljaju o ispravnom korištenju imena *V. sylvestris* Gmelin te predlažu korištenje naziva (na razini podvrste) prema Hegi (*V. vinifera* subsp. *silvestris*) uključujući upotrebu „i“ umjesto „y“, kao prikladnijem s obzirom na klasični latinski jezik. Prema kataloškoj *check* listi Hassler (2020), za znanstveno ime divlje loze navodi se *Vitis gmelinii* Buttler (www.catalogueoflife.org), no u većini recentnih radova trenutno postoji konsenzus oko uporabe naziva *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmelin Hegi.

Popis hrvatskih sinonima za *sylvestris* naveden je u prilogu 1.

2.2. Rasprostranjenost i stanište divlje loze

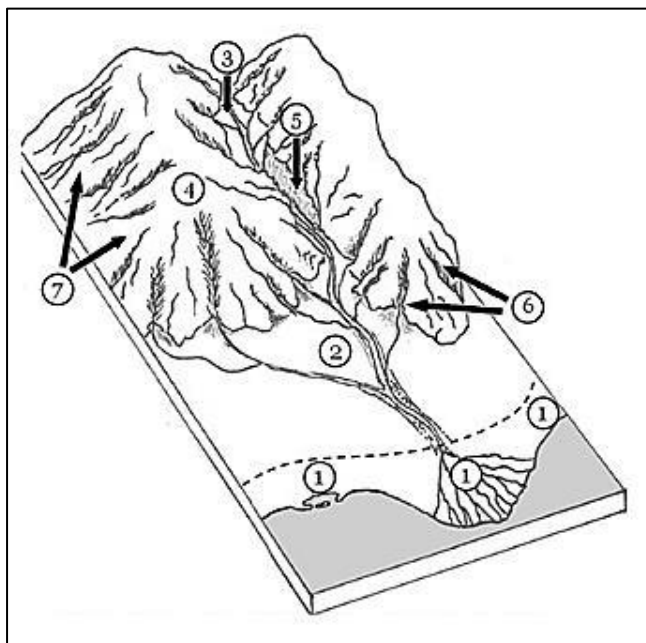
Divlja loza raste u Europi, Sjevernoj Africi, Bliskom i Srednjem Istoku između 30° i 50° sjeverne geografske širine (De Michele i sur., 2019) ili okvirno od zapadnih Himalaja na istoku do atlantske obale Europe na zapadu te od rijeke Rajne na sjeveru do Tunisa na jugu (Arnold i sur., 1998; Biagini i sur., 2014) (slika 2.1.).



Slika 2.1. Rasprostranjenost *sylvestris* (preuzeto s: <http://www.eu-vitis.de/index.php>)

U srednjoj i istočnoj Europi staništa divlje loze su miješane listopadne šume s toplijim (južnim) i vlažnim (dolina Rajne, Loire, Rone, Dunava) mikroklimatima dok na Mediteranu uglavnom raste u aluvijalnim i koluvijalnim šumama u blizini vodotokova, najčešće uz šumski rub, duž riječnih obala, na koluvijalnim vlažnim padinama, obalnim dolinama te uz samu riječnu obalu gdje se može popeti u krošnje okolnog drveća (Ocete i sur., 2008; Bouby i sur., 2013; Cantos i sur., 2017; Riaz i sur., 2018) (slika 2.2.). Zbog izražene kompeticije za svjetlom, ova heliofilna liana smatrana je šumskim korovom (Meléndez i sur., 2016) s obzirom da za svoj rast i razvoj traži višegodišnju biljku (najčešće dobro razvijeno drvo) na koju se naslanja i često potpuno obavija. Uzgajivači šuma su smatrali da povijuše (lijane) usporavaju ili onemogućavaju rast drveća pa su ih često uništavali. Divlja loza u Hrvatskoj, osim uz vodotokove, uočena je i na staništima koja nisu u neposrednoj blizini vodenih tokova (Zdunić i sur., 2015). Najčešću prateću šumsku vegetaciju divljoj lozi u neposrednoj blizini čine vrste poput *Ficus carica* L., *Salix alba* L., *Populus* spp., *Morus* spp., *Clematis vitalba* L. i dr. Sušnija staništa eumediterana i submediterana najčešće karakteriziraju šume

hrasta crnike i crnog jasena, hrasta medunca i bijelog graba (Zdunić i sur., 2015). *Vitis sylvestris* raste na vapnenačkim tlima s visokim udjelom aktivnog vapna (oko 40%), a pokazala je tolerantnost na vapno u *in vitro* i do 60% bez zabilježenih znakova ferokloroze. Također uspijeva na arenosolima (tzv. 'živim' pijescima) što upućuje na tolerantnost na salinitet tla (Ocete i sur., 2008).



Slika 2.2. Staništa *sylvestris*: 1-obalna zona (ravnica, laguna, ušće), 2-glavni naplavni tok, 3-dolina, 4-visoravan, 5-tjesnac, 6-jaruga uz padinu ili uz rub doline, 7-padina (preuzeto iz Biagini i sur., 2014)

Ugroženost divlje loze

Divlja loza se od 1980ih nalazila na popisu ugroženih europskih biljaka prema *The International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Međutim, danas je prema istom izvoru najmanje ugrožena (*least concern*, LC). U nekim je europskim zemljama poput Španjolske, Francuske, Austrije, Njemačke, Švicarske, Češke, Mađarske i Italije zaštićena (Biagini i sur., 2014) i još uvijek ju se nastoji zaštititi na razini Europske Unije (Ocete i sur., 2019). Prema portalu Hrvatske flore (*Flora Croatica Database*) svrstana je također u LC kategoriju.

Prema García i sur. (2013) za populacije divlje loze Bliskog istoka nema bojazni za njihov opstanak, dok su u zapadnoj Europi populacije često potpuno uništene (Meléndez i sur., 2016) i sa manje od 10 jedinki (Ocete i sur., 2008). Prema dosadašnjim istraživanjima, najveći broj *sylvestris* staništa imaju Španjolska i Italija, a najvećom populacijom u Europi

smatra se zaštićeno područje uz rijeku Dunav u Austriji (93 km²) (Arnold i sur., 2017). Brojni radovi ističu hitnu potrebu *in situ* i *ex situ* očuvanja divlje loze radi očuvanja njezine genetske raznolikosti (Riaz i sur., 2018).

2.3. Morfološki profil divlje loze

Postoji jasna morfološka razlika između divlje i kultivirane loze (Ramos i sur., 2014) iako su u mnogočemu i slične, zbog čega sama morfološka identifikacija često nije dovoljna (Zecca i sur., 2010). Osnovni morfološki deskriptori pokazuju relativno mali polimorfizam u odnosu na spol cvijeta *sylvestris* (Ocete i sur., 2014). Morfološki *sylvestris* profil teško je definirati s obzirom na velik broj populacija (Riaz i sur., 2018).

Temeljem dosadašnjih istraživanja, predložen je najčešći, generalni opis za *true to type sylvestris*: spol cvijeta uvijek je dvodoman, list je često ravan, oblik zubaca lista obično je obostrano ravan, zupci su kratki do srednje dugački, sinus baze peteljke lista je uvijek otvoren, također i gornji lateralni sinusi, često je mala gustoća čekinjastih dlačica između i na žilama naličja lista, karakteristična je jesenska boja lista uz prisutnost antocijanskog obojenja. Grozd nije nikada zbijen, bobice su gotovo uvijek okrugle, plavo-crne boje, bez posebne arome, vrlo kratkih sjemenki male težine i kratkog kljuna (Zdunić i sur., 2017a).

2.3.1. Morfologija mladice i lista

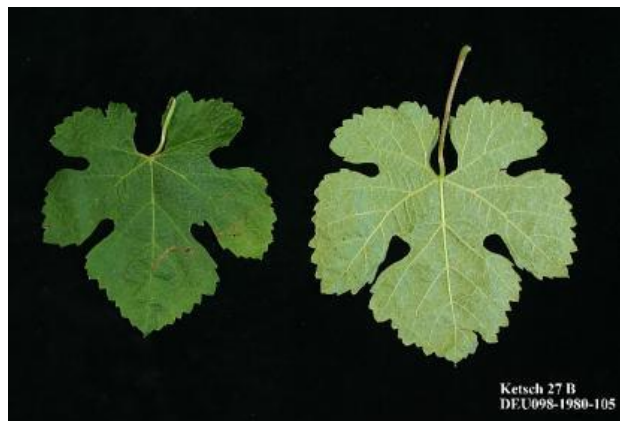
Mladica: boja dorzalne strane internodija manje je varijabilna od boje ventralne strane internodija među jedinkama *sylvestris* (Barth i sur., 2009). Mladica ima uglavnom potpuno otvoren vrh, niske je dlakavosti paučinastih dlačica i razine antocijanskog obojenja. Prisutne su dvije do tri uzastopne vitice, a mladi listovi su bakreno-crvene boje (Cantos i sur., 2017). Unatoč slabijem antocijanskom obojenju vrha mladice, intenzivnije je obojenje pupova u *sylvestris* u odnosu na *vinifera* (Benito i sur., 2017). Dorzalna strana *sylvestris* mladice češće je zelene boje nego u *vinifera*, a ventralna strana *sylvestris* je značajno crvenija od ventralne strane *vinifera*. Boja mladih listova *sylvestris* je uglavnom brončana, dok u *vinifera* varira (Benito i sur., 2017).

List: Listovi su najčešće klinastog ili peterokutnog oblika. Klinasti list češći je u *sylvestris* jedinki, a kružni u sorata *vinifera* (Benito i sur., 2017). Listovi su trodijelni do sedmerodijelni, rijetko cjeloviti. Razdijeljenost u *sylvestris* manja je od one u *vinifera* (slika 2.3.). Antocijansko obojenje glavnih žila gornje strane lista varira od vrlo slabog do jakog. Mjehuravost lista je slaba (Drori i sur., 2017). Nazubljenost rubova listova je visoko

varijabilna. Oblik dna peteljke je uglavnom široko otvoren, napola ili blago otvoren, rijetko zatvoren. Otvorenost sinusa peteljke odraslog lista *sylvestris* veća je od one u *vinifera* te preklapanje sinusa peteljke i lateralnih sinusa kao i prisutnost zuba u sinusu peteljke *sylvestris* nije uobičajeno (Benito i sur., 2017). Gustoća čekinjastih dlačica glavnih žila donje strane lista varira od vrlo oskudne do srednje i nije tipična za *sylvestris* (Benito i sur., 2017). U svojstvu poput niske do srednje gustoće paučinastih dlačica lista, sorte *occidentalis* grupe sličnije su *sylvestris* jedinkama (Aradhya i sur., 2003). Gustoća paučinastih dlačica mladog lista varira od vrlo rijetkih do vrlo gustih (Barth i sur., 2009).

Sylvestris ima male listove (Ramos i sur., 2014) i općenito manju bujnost čak i u uvjetima uzgoja u kolekciji. Izraelske *sylvestris* populacije imaju veliku raznolikost oblika i veličina listova u usporedbi s *vinifera* koja je uniformnija iako veličina lista ne mora biti relevantno svojstvo u determinaciji *sylvestris* (Barth i sur., 2009; Drori i sur., 2017).

Broj isječaka lista, gustoća paučinastih dlačica, veličina zubaca i otvorenost sinusa peteljke, su najpolimorfija morfološka svojstva (Lacombe i sur., 2003).



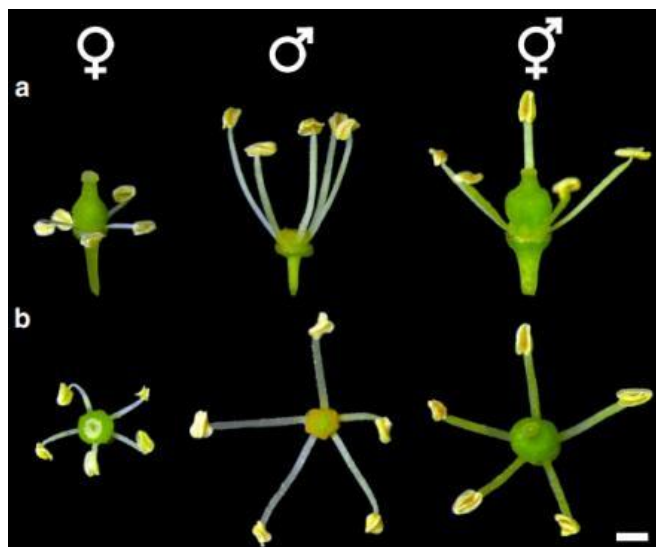
Slika 2.3. List *sylvestris* s lokaliteta Ketsch u Njemačkoj (Schneider, Julius Kühn-Institut, JKI)

2.3.2. Morfologija cvijeta

Tri su tipa cvijeta u vinove loze: muški i ženski (karakteristični za *sylvestris*) te hermafroditni (uglavnom *vinifera*) (Coito i sur., 2017), iako je u *sylvestris* jedinki moguća pojava hermafrodita, ali vrlo rijetko (Coito i sur., 2019; Riaz i sur., 2020). Razlikuje se dvodomni i hermafroditni spolni sustav. U Hrvatskoj 96% sorata ima hermafroditni tip cvijeta, dok mali broj sorata ima ženski tip cvijeta (Maletić i sur., 2015).

Hermafroditni cvijet ima potpuno razvijene i funkcionalne muške i ženske organe, tučak i prašnike, prašnici su kraći nego u muških jedinki i proizvode vijabilan polen. Muški cvijet karakteriziraju dugi prašnici te reducirani tučak (njuška i vrat), ali s prisutnom

plodnicom i nektarijima. Ženski cvijet ima u potpunosti razvijen tučak, ali kratke i povijene prašnike sterilnog polena, rijetko fertilnog (Coito i sur., 2017; 2019) (slika 2.4.).



Slika 2.4. Morfološka građa ženskog, muškog i hermafroditnog tipa cvijeta u *V. vinifera* (Massonnet i sur., 2020)

2.3.3. Morfologija grozda i bobica

Divlja loza uglavnom ima male okrugle ili konične grozdove, rastresite, nejednolikog dozrijevanja bobica. Grozd je izražene kiselosti s manje soka u bobici (Zecca i sur., 2009; Ramos i sur. 2014). Uslijed lošije oplodnje cvjetova ženskih *sylvestris* jedinki javljaju se rehljaviji grozdovi i rastresita forma grozda (McGovern i sur., 2017). Bobice su oko 6 mm promjera, eliptične, kiselog okusa s tri do četiri uvijek potpuno razvijene sjemenke (Ardenghi i sur., 2014).

Dužina i zbijenost grozda, dužina, širina i boja bobice pokazuju najveću raznolikost između *sylvestris* i *vinifera* (Benito i sur., 2017). Zbijenost grozda divlje loze jako varira od rastresitih do zbijenih (Barth i sur., 2009), a zbijeni se povezuju s *vinifera* porijeklom. Kultivirana loza ima znatno viši urod i s obzirom na broj i sadržaj grozdova te produktivnost divlje loze ovisi o broju grozdova i broju bobica po grozdu, a ne o težini bobica (Marrano i sur., 2018). *Sylvestris* je sličniji sortama *occidentalis* grupe u karakteristikama poput malih i zbijenih grozdova malih, okruglih i eliptičnih bobica, plavo crne boje, debele kože (Aradhya i sur., 2003; Benito i sur., 2017; Cantos i sur., 2017). Sorte se prema prisutnosti antocijana u kožici bobica, dijele na crne (prisutna boja) i bijele (bez boje), a kvantiteta i kompozicija antocijana u kožici određuje njihovu boju.

Crna boja smatra se ancestralnim svojstvom. *Sylvestris* ima većinom tamno-plavu boju, ali može imati i zeleno-žutu (Negrul 1938; Ghaffari i sur., 2014; Drori, 2015; Cantos i sur., 2017; D'Onofrio, 2020). Boja bobice *sylvestris* u dosadašnjim istraživanjima u Hercegovini, pokazala je ljubičastoplavu i plavocrnu boju kože (Zdunić i sur., 2015. cit. Turković i Sučević-Šafar, 1953).

2.3.4. Morfologija sjemenke

Sjemenke su gotovo uvijek prisutne i potpuno razvijene u ženskih *sylvestris* jedinki (Ardenghi i sur., 2014). *Sylvestris* ima tri do četiri sjemenke po bobici. Manje okruglaste sjemenke s vrlo kratkim kljunom povezane su sa *sylvestris*, dok *vinifera* ima velike, izdužene, jajolike ili kruškolike sjemenke s dugačkim kljunom. Na ove karakteristike utječe broj sjemenki po bobici, veličina bobice i njezino dozrijevanje. Drori (2015) je utvrdio najveću razliku u arheoloških sjemenki između njihove dužine i širine. *Sylvestris* ima manji prosječni omjer širine i dužine sjemenke (W/L) od *vinifera* i hibrida (Benito i sur., 2017). Rivera i sur. (2007) su pomoću Stummer indeksa uočili nemogućnost odvajanja divljih od kultiviranih loza, ali mogućnost definiranja 'divljeg' sindroma.

Kljun sjemenke je vrijedno svojstvo čija se dužina brže povećava od tijela sjemenke. Sjemenke *sylvestris* su teže od *vinifera*. Omjer sjemenke i bobice izražen je u *sylvestris* malih bobica s velikim sjemenkama i tankim slojem mesa bobice (Trad i Harbi, 2019). U arheološkim istraživanjima, sjemenke su često i jedini dostupan materijal za analizu, čak se navodi kao najstabilnija razlikovna karakteristika između *sylvestris* i *vinifera* te da je za praćenje domestikacije i kultivacije vinove loze dovoljna morfologija sjemenka (Rivera i sur., 2007; Cattonaro i sur., 2013). Usljed velikog broja sorata i varijacije među *sylvestris*, raspon variranja morfologije sjemenki je velik i zbog toga nije maksimalno pouzdan (Karasik i sur., 2018).

2.4. Genetski profil divlje loze

2.4.1. Identifikacija sorata vinove loze upotrebom mikrosatelita (Simple Sequence Repeats, SSR)

Morfološka identifikacija je do nedavno bila jedina metoda identifikacije germplazme vinove loze. Danas se koristi kao dopunska, ali često i neizostavna komplementarna metoda molekularnim metodama (Nicolas i sur., 2016). U postupcima genetičke identifikacije sorata molekularnim metodama za izradu genetskog profila sorte neophodna je prethodna pouzdana ampelografska determinacija (*true-to-type*) sorte sa koje se uzima tkivo za izolaciju DNA. Vinova loza ima jedan od najmanjih genoma i od drvenastih kultura među prvima je sekvenciran te pogodan za genetska istraživanja (Karasik i sur., 2018).

Razvojem molekularnih tehnika genetskih markera krajem 1970ih postale su moguće razne metode genetske analize pomoću velikog broja markera raspoređenih po genomu. Neki od razvijenih marker sustava su RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Amplified fragment length polymorphism*), SSR (*Simple Sequence Repeat*), SNP (*Single-nucleotide polymorphism*). Primjena mikrosatelita (SSR), brzo je prihvaćena kao standardna metoda pouzdane identifikacije (Sefc i sur., 2001; Töpfer i sur., 2011). SSR markeri su korisni za pouzdanu individualnu identifikaciju sorti, procjenu genetske raznolikosti, otkrivanje roditeljstva, sinonima i homonima, porijekla sorata, populacijske strukture i puteva domestikacije te genetskog mapiranja (Sunseri i sur., 2018).

Izrađeno je nekoliko genetskih mapa upotrebom mikrosatelita ili kombinacijom s drugim markerima što je poslužilo kao podloga mapiranju lokusa za kvantitativna svojstva važnih u oplemenjivanju (*Quantitative Trait Loci*; QTL). Biostatističkom analizom omogućena je disekcija složenih poligenskih svojstava upravljanih od nekoliko faktora kao QTL u genetsku mapu te lokalizacija gena i njihovo pozicioniranje u genomu (Töpfer i sur., 2011). Sve su češća kombinirana istraživanja pomoću *Single Nucleotide Polymorphism* (SNP) markera kojima informativnost raste porastom srodnosti germplazme (Arroyo-García i sur., 2006; Nicolè i sur., 2013; Mercati i sur., 2016).

Osnovna prednost mikrosatelita je njihova visoka reproducibilnost, mogućnost razmjene genotipskih informacija među laboratorijima i kodominantni način nasljeđivanja. Naročito su korisni u istraživanjima divljih vrsta, u studijama genetske raznolikosti na temelju genetske udaljenosti, procjeni protoka gena i križanja te filogenetskim istraživanjima (Vieira i sur., 2016). Mikrosatelitski markeri korišteni su u preko 300 radova pri čemu je karakterizirano više od 2000 genotipova u više od 30 kolekcija vinove loze i to na osnovi

devet standardnih SSR markera. Za pouzdaniju genetsku identifikaciju i analizu obično se koristi skup od 20 do 25 SSR markera koji su se pokazali najpolimorfiji i najinformativniji za vinovu lozu i to: VVS2 (Thomas i Scott, 1993), VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VVMD21, VVMD24 (Bowers i sur., 1996, 1999), VrZAG62 i VrZAG79, VrZAG83, VrZAG67 (Sefc i sur., 1999, 2000) te VMC1b11 (Zyprian i Töpfer, 2005), VMC4f3.1 (Di Gaspero i sur., 2000), VVIb01, VVIh54, VVIIn16, VVIIn73, VVIp31, VVIp60, VVIq52, VVIv37, VVIv67 (Merdinoglu i sur., 2005). Za istraživanje srodnosti i dokazivanje roditeljstava preporučuje se povećati broj SSR markera na oko 60 (Žulj Mihaljević, 2017).

Osim u jezgrinoj (genomskoj) DNA mikrosateliti se pojavljuju i u kloroplastnoj i mitohondrijskoj DNA. Iako manje varijabilni od jezgrinih, kao repetitivna struktura čine 63% sastava kloroplastne DNA (Xie i sur., 2016). Kloroplastni SSR markeri koriste se u istraživanjima nasljeđivanja majčinskom linijom u kritosjemenjača. Ovo je korisno za istraživanje haplotipskih (klorotipskih) grupa, analize geografskog porijekla loze, puteva domestikacije, filogenetska istraživanja, s obzirom na nisku stopu mutacija i stabilan genom te praćenje jedne linije porijekla čak i u slučaju hibridizacije između biljaka (Zdunić i sur., 2015).

U većini slučajeva mikrosateliti čine veliki dio nekodirajuće DNA i djeluju neutralno u genomu. Neutralnost je poželjna značajka u procjeni genetskih razlika među populacijama, ali je manje informativna za analize prilagodbe populacije datom okruženju (Bilska i Szczecińska, 2016). Specifični SSR markeri mogu pružiti važne informacije u istraživanjima poput očuvanja genetskih resursa ili prilagodbe na okolišne uvjete. Ovi specifični SSR markeri imaju alele koji se nalaze unutar ili u blizini regije koja kodira određena svojstva. Tako su primjerice, identificirani SSR markeri povezani s genom Ren1 odgovornim za otpornost na pepelnicu (Riaz i sur., 2020), ili na plamenjaču GF09-46 (Schwander i sur., 2012), geni povezani s vremenom cvatnje i dozrijevanja, boju i veličinu bobica, besjemenost i dr. (Töpfer i sur., 2011).

Iako se procjenjuje postojanje više od 5000 sorata vinove loze, tek je oko 200 njih gospodarski značajno (This i sur., 2006). Probleme u pouzdanoj identifikaciji pričinjavaju morfološka sličnost sorata, morfološke razlike klonova iste sorte, istog genetskog profila (Franks i sur., 2002) te otežana identifikacija juvenilnih biljaka prvih 4-5 godina razvoja (This i sur., 2004).

Identifikacija *sylvestris* jedinki kao pripadnika zasebne taksonomske skupine je teška i rezultati istraživanja *sylvestris* jedinki trebaju se interpretirati oprezno (Myles i sur., 2011). Kultivirana i divlja loza su bliski srodnici, a s obzirom da divlji srodnici kultiviranog

bilja obično predstavljaju izvor genetske raznolikosti, identifikacija i istraživanja divljih populacija su potrebna (Aradhya i sur., 2003; Drori i sur., 2017; Riaz i sur., 2018).

2.4.2. Procjena genetske raznolikosti prirodnih populacija

Pritisak štetnih organizama, abiotički i biotički stresovi, klimatske promjene i sl. nametnuli su hitnu potrebu genetičke karakterizacije vinove loze pri čemu se, u novije vrijeme gotovo uvijek, *sylvestris* i *vinifera* paralelno razmatraju. Većina istraživanja prvenstveno se bavi analizom genetske raznolikosti ovih dviju podvrsta, analizom genetskih veza i točnom diferencijacijom podvrsta, uvidom u njihovu strukturu i distribuciju te domestikaciju (Karatas i sur., 2014; Biagini i sur., 2014; 2016; Zdunić i sur., 2017; Riaz i sur., 2018; D'Onofrio, 2020). Genetičkim analizama istražuje se i pitanje protoka gena te specifičnih genetskih karakteristika i alela koji omogućuju pouzdanu identifikaciju ovih podvrsta.

Dosadašnja istraživanja pokazala su jasnu genetsku odvojenost između ove dvije podvrste s često izraženom tendencijom grupiranja u zasebne klastere (Grassi i sur., 2003; Lacombe i sur., 2003; Zecca i sur., 2010; El Oualkadi i sur., 2011; Emanuelli i sur., 2013; Arnold i sur., 2017). Pored jasne odvojenosti *sylvestris*, *vinifera* i podloga, u većini istraživanja uočena su preklapanja skupova u većoj ili manjoj mjeri. Preklapanja svjedoče o filogenetskoj povezanosti i introgresiji između *sylvestris* i *vinifera* te je jasnu granicu u ovim zonama teško povući. Stoga je istaknut problem *sylvestris-vinifera* hibrida te sorata i podloga 'pobjeglih' iz uzgoja (Arnold i sur., 2017; Riaz i sur., 2018; De Michele i sur., 2019; Cunha i sur., 2020; D'Onofrio, 2020). Podvrste *vinifera* i *sylvestris* čine taksonomski kontinuum bez reproduktivnih i oplemenjivačkih barijera te njihova interakcija rezultira pojavom hibrida (Riaz i sur., 2018).

Sylvestris jedinke pokazale su manju genetsku raznolikost u odnosu na *vinifera* i podloge (Aradhya i sur., 2003; Arroyo-García i sur., 2006;2013; Laucou i sur., 2011). Velika genetska raznolikost kultivirane loze vjerojatno je posljedica duge povijesti uzgoja, vegetativnog razmnožavanja, križanja i razmjene sorata u različitim zemljopisnim regijama. S druge strane, manja raznolikost *sylvestris* populacija najčešće se dovodi u vezu s malim brojem dostupnih jedinki, rascjepkanosti i malom veličinom prirodnih populacija unutar kojih uslijed dugotrajne izoliranosti dolazi do tzv. *inbreeding* efekta, *bottleneck* događaja utjecajem čovjeka na prirodna staništa divlje loze te negativnog utjecaja štetnih organizama na vinovu lozu od sredine 19. stoljeća. Veličina populacije također je povezana s genetskom raznolikosti te manje populacije imaju i manju genetsku raznolikost (Cantos i sur., 2017), a problem reprezentativnosti seta jedan je od glavnih nedostataka dosadašnjih istraživanja. Stoga su Riaz i sur. (2018) proveli opsežno istraživanje na 1378 genotipova *sylvestris* i

vinifera sa gotovo cjelokupnog areala *sylvestris* rasprostranjenosti uključujući i uzorke iz Hrvatske. Utvrdili su manju heterozigotnost *sylvestris* grupe u odnosu na *vinifera* te značajan protok gena što ograničava razlikovanje ovih podvrsta. Jedinke miješanog genoma bile su češće u *sylvestris* jedinki na području pretpostavljenog centra domestikacije, te je utvrđena veća sličnost zapadnoeuropskog *sylvestris* sa zapadnim *vinifera*. Hrvatski *sylvestris* pokazao se kao bazalna sestrinska grupa europskih *sylvestris* jedinki te upućuju na zajednički genski bazen ovih populacija.

Istraživanje španjolskih *sylvestris* na osnovi SSR markera jasno je odvojilo *sylvestris* od *vinifera*, a utvrđene su i hibridne jedinke (19%). Hibridizacija je moguća i između *sylvestris* i podloga. U austrijskih populacija je zabilježen udio hibrida oko 8%, a radi se o strogo zaštićenom području uz rijeku Dunav (Arnold i sur., 2017). Opažena heterozigotnost u jedinki *sylvestris* značajno je manja od grupe *vinifera* (De Andrés i sur., 2012). Nisku razinu heterozigotnosti bilježe i *sylvestris* populacije u Austriji, koja se smatra najvećom populacijom u Europi. Arnold i sur. (2018) su na setu od 83 *sylvestris*, 21 sorte i 15 podloga uočili 19 privatnih alela u *sylvestris*, a 18 privatnih alela u sorata. U istraživanju Regner i sur. (2000) temeljem SSR markera uočena je sličnost sorata sa *vinifera* grupom više nego sa *sylvestris* grupom, ali sličnost pojedinih *sylvestris* alela u *vinifera* skupu: na lokusu VVMD7 uočili su alel 260 tipičan za *sylvestris*. Također i većinu *sylvestris* alela prisutnu u sorti Traminac koja je u vezi roditelj-potomak sa sortama Silvanac zeleni, Pinot, Sauvignon. Schröder i sur. (2015) su unutar njemačke populacije Ketsch identificirali alele specifične za *sylvestris* na markerima VVS2 (155), VVMD25 (267) i VVMD28 (264) i ne-*sylvestris* alele na svim markerima. Istraživanjem španjolskih populacija *sylvestris* i grupe *vinifera* (slične veličine grupa) od 189 alela utvrđenih u *sylvestris*, 29 je bilo privatnih, a u kultivirane 28 privatnih alela (DeAndres i sur., 2012). Ocete i sur. (2019) su u skupu od 181 španjolskih *vinifera* uočili 28 privatnih alela, dok u 23 jedinke *sylvestris* jedan privatni alel. Marrano i sur. (2018) su na skupu od 42 *sylvestris* jedinke, detektirali pet privatnih alela u odnosu na 584 privatna alela u skupu od 45 jedinki *vinifera*. Kod D'Onofrio (2020) je utvrđeno alelno bogatstvo u skupova približnih veličina, bilo veće u *vinifera* nego u *sylvestris*, ali je bogatstvo privatnih alela bilo veće u *sylvestris* talijanskih populacija. Kod Cunha i sur. (2020) zabilježeno je prosječno veće bogatstvo privatnih alela unutar *vinifera* skupa (231 jedinka: 0,34) nego unutar portugalskog *sylvestris* skupa (27 jedinki: 0,29).

Jedan od najvećih izazova jest definiranje pravog (*true to type*) *sylvestris* s obzirom da je u današnjih prirodnih populacija utvrđen značajan udio jedinki miješanog (*admixed*) porijekla (Rivera i sur., 2007; Benito i sur., 2017; Arnold i sur., 2017; 2018; Cunha i sur., 2020; D'Onofrio, 2020). Ovaj proces može biti i povoljan za očuvanje genetske varijacije i smanjenja tzv. *inbreeding* depresije. Neki isključuju mogućnost introgresije zbog nedostatka

bliskih srodstvenih odnosa (Imazio i sur., 2015; Biagini i sur., 2016). Veći protok gena utvrđen je kod male udaljenosti divlje loze od vinograda (Schneider i sur., 2015) i u takvim je uvjetima utvrđen mali, ali značajan protok gena od 4-26%, od *vinifera* prema *sylvestris* (Di Vecchi-Staraz i sur., 2009). Iako su divlja i kultivirana loza reproduktivno kompatibilne, u praksi su češće prostorno izolirane što usporava protok polena i gena (Di Vecchi-Staraz i sur., 2009; Ghaffari i sur., 2014; Cunha i sur. 2020; D'Onofrio, 2020). Brojni radovi navode klasteriranje sorata sa *sylvestris* iz iste regije bilo u istočnim bilo u zapadno-europskim populacijama (Riaz i sur., 2018; Ocete i sur., 2019; D'Onofrio, 2020; De Michele i sur., 2019; Cunha i sur., 2020).

Prema Zhou i sur. (2019) postoje dokazi o introgresiji od *sylvestris* prema *vinifera* na temelju različitih istraživanja i primjene molekularnih markera, pri čemu sorte zapadne Europe imaju tendenciju grupiranja sa *sylvestris* jedinkama iz iste regije što upućuje na jaku genetsku 'razmjenu' tijekom povijesti. Navode također jasnu i istaknutu introgresiju u suprotnom smijeru, od *vinifera* prema *sylvestris*, u smislu narušavanja čistoće prirodnih populacija (Zhou i sur., 2019).

2.4.3. Haplotipska raznolikost loze

Genom kloroplasta ima prednost kod istraživanja domestikacijskih događaja vezanih za vinovu lozu. Za razliku od nasljeđivanja jezgrinog genoma, kloroplastni genom se nasljeđuje putem jednog roditelja, najčešće majčinske strane (Greiner i sur., 2015). Jezgrini SSR markeri imaju slabu diskriminantnu moć kada je riječ o različitim geografskim grupama (Arroyo-García i sur., 2006). Genom kloroplasta je stabilniji od ostalih DNA regija jer ne prolazi kroz proces rekombinacije (Hu i sur., 2014; Regner i Hanck, 2017). Stoga se polimorfizam kloroplastne DNA kao nadopuna polimorfizmu jezgrine DNA, koristi za istraživanje puteva introdukcije uz pretpostavku da identični klorotipovi upućuju na zajedničko podrijetlo. Jezgrini mikrosateliti u pravilu daju uvid u odnose među genotipovima i sortama vinove loze u nekoliko zadnjih generacija te tako objašnjavaju njihovu recentnu povijest. Istraživanja povezanosti *sylvestris* i *vinifera* orijentirana su ka pronalasku sekundarnih domestikacijskih centara iz primarnih (Biagini i sur., 2016). Upotrebom kloroplastnih (cpSSR) markera, pokušalo se razriješiti pitanje domestikacijskih događaja i geografskih mjesta na kojima su se dogodili. Temeljem 9 cpSSR markera/lokusa, detektirano je osam različitih klorotipova (A-H) od čega su četiri najznačajnija (A-D) (Arroyo-García i sur., 2006) (tablica 2.1.).

Tablica 2.1. Haplotipovi vinove loze i pripadajući klorotipovi na 9 cpSSR lokusa prema Arroyo-García i sur. (2006)

Klorotip	cpSSR3	cpSSR5	cpSSR10	NTCP-8	NTCP-12	ccSSR5	ccSSR9	ccSSR14	ccSSR23
A	106	105	114	248	119	255	166	201	280
B	106	105	115	248	119	255	165	202	281
C	106	105	116	248	119	255	165	203	282
D	107	104	115	248	118	254	165	202	281
E	107	104	116	249	118	254	165	202	281
F	107	105	115	249	119	255	165	202	281
G	106	105	114	248	119	255	165	201	280
H	106	105	115	248	119	255	166	201	280

Pomoću cpSSR je uočena nešto veća klorotipska raznolikost istočne *vinifera* od zapadne *vinifera* (Arroyo-García i sur., 2006). Klorotip A većinom je zastupljen u *sylvestris* populacija zapadne Europe dok istočne *sylvestris* populacije pokazuju klorotipove C, D i G (Arroyo-García i sur., 2006). Prisutnost tipičnog istočnog klorotipa (poput D) u starim sortama upućuje na njihovo moguće unošenje iz istočnih regija (Maçanita i sur., 2018. cit. Cunha i sur. 2009).

Klorotip B navodi se kao ancestralni i prisutan je u svim istraživanim grupama sorata i *sylvestris* (Arroyo-García i sur., 2002; 2006; Castro i sur., 2013; D'Onofrio, 2020).

Najčešći haplotipovi u *sylvestris* populacija su A i D. Haplotip A (72%) karakterizira španjolske *sylvestris* populacije, najčešći je i u *vinifera* i *sylvestris* Portugala i Tunisa, iako je u Tunisu znatno manje zastupljen u *vinifera*. Haplotip D češći je u talijanskih, grčkih, blisko i srednje istočnih populacija (Arroyo-García i sur., 2002; Castro i sur., 2013; Ghaffari i sur. 2013). Više od 70% sorata Pirenejskog poluotoka, pokazuje klorotipove koji odgovaraju samo zapadnim *sylvestris* populacijama. Haplotipska raznolikost na osnovi devet cpSSR lokusa istražena je u Hrvatskoj na četiri populacije divlje loze, a uočena su dva klorotipa A (77.8%) i D (22.4%). Klorotip D s udjelom 80% uočen je na lokalitetu u neposrednoj blizini urbane sredine (Butorac i sur., 2018).

S obzirom na jedinstvenu prisutnost klorotipa A u *sylvestris* populacija zapadne Europe, predloženo je postojanje više sekundarnih domestikacijskih centara na području zapadnog Mediterana (Arroyo-García i sur. 2002; 2006; Grassi i sur., 2003). Ipak, temeljem dostupnih podataka, danas se smatra da se radi o jednom domestikacijskom centru vinove loze u istočnim regijama (Transkavkaz), s naknadnom hibridizacijom *vinifera* s lokalnim *sylvestris* populacijama na području Mediterana (Zhou i sur., 2019). Prisutnost haplotipova u kultivirane loze, neovisno o geografskoj grupi, potvrda je razmjene sorata čitavom Europom (Imazio i sur., 2006).

2.4.4. Nasljedna osnova za spol cvijeta

Gen za determinaciju spola u *Vitis* identificiran je na kromosomu 2. Fechter i sur. (2012) su analizirali gen: adenin fosforibozil transferazu (APT3) što je rezultiralo dizajnom selektivnog PCR markera oko indel regije, za detekciju ženskih jedinki u odnosu na hermafroditne i muške koje se ovim markerom ne može razlučiti. Uočena je veća filogenetska sličnost između hermafroditnog i muškog tipa cvijeta (Picq i sur., 2014; Zhou i sur., 2019), a s obzirom na transkriptomiku, utvrđena je veća sličnost u razvoju između hermafroditnog i ženskog tipa cvijeta nego ženskog i muškog jer u kasnoj fazi razvoja cvijeta

hermafroditni i ženski cvijet dijele najveći broj transkripata (Ramos i sur. 2017). APT3 je različito ekspresiran u muških, ženskih i hermafroditnih biljaka u različitim razvojnim stadijima cvijeta. APT3 pokazuje slične razine ekspresije u vrlo ranim stadijima razvoja u svih tipova cvijeta. U fazi G i H ekspresija opada u ženskih i hermafroditnih jedinki, dok u muških značajno raste. Pretpostavlja se da APT3 ima ulogu u determinaciji muškog cvijeta, međutim izostanak ekspresije APT3 u ženskog i hermafroditnog cvijeta isključuje njegovu ulogu u razvoju prašnika s obzirom da bi prisutnost APT3 u hermafroditnog cvijeta bila nužna za normalno funkcioniranje prašnika (Coito i sur., 2017). Fechter i sur. (2012) su markerom dobili približno očekivanu segregaciju potomstva u prilog modelu Antcliff (1980).

Hermafroditi mogu biti FH ili HH genotipa, a križanja između hermafroditnih (H) i muških (M) jedinki pokazala su postojanje MH genotipa M biljaka. Križanja između H jedinki mogu dati H ili H i F jedinke. Homozigotne H x M jedinke daju potomstvo M i H. Heterozigotne H x heterozigotne M jedinke daju M, H i F potomstvo. Križanja M i F jedinki, daju potomstvo M i H, ili M i F jedinki, ovisno o muškom genotipu (MH ili MF) (Coito i sur., 2019). Hermafroditni haplotip filogenetski je bliži muškom nego ženskom haplotipu, ali kultivirana loza može biti FH ili HH u genetskoj strukturi (Zhou i sur., 2019). *Sylvestris* može biti i HM, a F jedinke su homozigotne (Coito i sur., 2019).

2.5. Oplemenjivački potencijal divlje loze

Sylvestris ima značajnu genetsku raznolikost, reproduktivno je kompatibilan s kultiviranom lozom te ima potencijal za oplemenjivanje vinove loze s aspekta proizvodnje vina i stolnog grožđa. Ipak, *sylvestris* je male upotrebne vrijednosti sa stajališta moderne proizvodnje i trženja grožđa i vina (García i sur., 2013).

2.5.1. Proizvodnja vina

Sylvestris loza s ekonomskog i proizvodnog gledišta pokazuje malen urod slabije kvalitete i u uvjetima uzgoja u kolekciji (Ramos i sur., 2014). Grozd je vrlo male težine (oko 50 g) s 20-ak malih crnih bobica i vrlo malo soka. Urod prvenstveno ovisi o broju grozdova i bobica na njima, a ne o njihovoj težini (Marrano i sur., 2018). Sok u bobici čini svega 16-17% težine bobice u svježem stanju (Cantos i sur., 2017). Većina sorata u Hrvatskoj ima visok kvalitativni potencijal, srednje do visoko nakupljanje šećera u preko 85% sortimenta, dok je ukupna kiselost u preko 90% autohtonih sorata niska ili srednje visoka (Maletić i sur., 2015a).

Vino *sylvestris* dobiveno mikrovinifikacijom ima visoku ukupnu kiselost, nizak pH te niži sadržaj alkohola u odnosu na vino *vinifera*. Karakteristike visoke kiselosti, jakog intenziteta boje mogle bi se koristiti za oplemenjivanje crnih sorata u smislu povećanja polifenolnog sastava i antioksidativnih komponentni vina u uvjetima mediteranske klime gdje je kiselost vina manja i posljedično boja vina nestabilnija (Ocete i sur., 2011; Arroyo-Garica i sur., 2013; Cantos i sur., 2017). Karakteristike vina od *sylvestris* iz Bugarske pokazale su bliskost s karakteristikama vina 'Cabernet Sauvignon' (Dincheva i sur., 2011). Vino *sylvestris* jedinki u Izraelu bilo je normalnog udjela alkohola, razine kiselina, visokog sadržaja polifenola te potencijala upotrebe i za vinsku industriju toga područja te je slično sortama toga područja (Drori i sur., 2017). Istraživanja antocijanskog profila *sylvestris* u Hrvatskoj pokazuju da *sylvestris*, za razliku od *vinifera* koja pretežito ima acilirane antocijane, sadrži i acilirane i ne acilirane antocijane. *Sylvestris* je imao jasno različit antocijanski profil od *vinifera*, ali su zanimljivo, pojedine jedinke koje ne sadrže acilirane antocijane bile bliže kultiviranoj lozi (jedinaka s Paklenice sorti Merlot) (Budić-Leto i sur., 2018).

2.5.2. Bolesti vinove loze

Vinova loza je kultura koja zauzima tek oko 5% obradivih površina, a u kojoj se primjenjuje preko 50% svih fungicida na razini Europske unije (Zendler i sur., 2017; Pirrello i sur., 2019). Gljivične bolesti pepelnica (uzročnik: *Erysiphe necator*) i plamenjača (*Plasmopara viticola*), dvije su ekonomski najznačajnije bolesti vinove loze i kontinuirani problem od unošenja uzročnika ovih bolesti iz Sjeverne Amerike u Europu (od 1845. godine). *Vinifera* je generalno vrlo osjetljiva na ove bolesti i druge poput sive plijesni (*Botrytis cinerea*), crne truleži (*Guignardia bidwellii*) i antraknoze (*Elsinoë ampelina*).

U Hrvatskoj su *E. necator* i *P. viticola* prve zabilježene neomicete (unešene gljivične bolesti) (Miličević i Cvjetković, 2017). Obje bolesti, u netretiranim nasadima mogu uzrokovati 30 do 100% štete u vidu jake defolijacije i potpunog gubitka lišća i uroda (Cvjetković, 2010; Schwander i sur., 2012).

Sylvestris je unatoč jakom pritisku štetnih organizama na vinovu lozu u vinogradima u njegovoj blizini, znatno manje 'pogođen' bolestima od sorata (Ocete i sur., 2008; Arroyo-García i sur., 2013). Za *sylvestris* se navodi tolerantnost na obje bolesti (Ocete i sur., 2008), ali i osjetljivost na pepelnicu (do 93%) i plamenjaču (78%) (Meléndez i sur., 2016; Cantos i sur., 2017), dok Riaz i sur. (2013; 2020) pružaju dokaz o postojanju otpornosti na pepelnicu utvrđene i u *sylvestris*.

Istraživanje u smislu otpornosti na sivu plijesan (*Botrytis cinerea*) za sada je limitirano, a geni donori otpornosti uvelike nepoznati. Istraživanja su orijentirana na fenotipske karakteristike grozdova (Herzog i sur. 2015) pri čemu je deskriptor OIV204 (zbijenost grozda) ključan u istraživanjima arhitekture grozda i otpornosti na sivu plijesan (Rist i sur., 2018).

Analize otpornosti

Fenotipska evaluacija je do razvoja DNA tehnika početkom 2000-ih godina bila ključna i u oplemenjivanju vinove loze vezanom za bolesti. Provođena su križanja između dvije sorte ili primke, čiji su sjemenjaci potom uključivani u mapirajuće populacije. Istraživanje fenotipa i genotipa ovih populacija služi za daljnje QTL analize i markerima potpomognutu selekciju (MAS) (Martinson i Cadle-Davidson, 2018). S obzirom da na fenotipska svojstva znatno utječu okolišni uvjeti, razvijeni su strogo kontrolirani laboratorijski uvjeti za procjenu otpornosti na bolesti. Inokulum patogene gljive nije jednoliko raspoređen u vinogradu, pa ni na istom trsu, a uvjeti okoline i uvjeti za virulentnost patogena neprestano se mijenjaju, stoga laboratorijska istraživanja nude prednosti kontrole uvjeta, genetike

patogena, količine spora i patogena i uklanja se 'šum' okolišnih uvjeta, pristranost u ocjenjivanju te su moguća višestruka i raznolika ponavljanja analiza.

Istraživanja u kolekciji obično podrazumijevaju očitavanje simptoma bolesti na skali od četiri do pet razreda (npr. OIV 455, OIV 452) u uvjetima netretirane kolekcije i prirodne pojavnosti bolesti te procjene zdravstvenog stanja i simptoma bolesti cjelokupne biljke (Riaz i sur., 2020). U laboratorijskim uvjetima za ispitivanje plamenjače i pepelnice, koristi se najčešće metoda umjetne inokulacije suhim prenošenjem spora pomoću kista u slučaju pepelnice (Zendler i sur., 2017) ili pripremom suspenzije spora kod obje bolesti (Vezzulli i sur., 2018; Riaz i sur., 2020) i inokulacije lisnih isječaka (*leaf disk assay*) (Staudt i sur., 1997; Vezzulli i sur., 2018), u slučaju pepelnice još i odvojenih cijelovitih listova (*detached leaf assay*) u petrijevim zdjelicama na agaroznoj podlozi i odgovarajućim uvjetima komore (Zendler i sur., 2017; Riaz i sur. 2020). Naprednim kompjuterskim tehnikama obrade slika i kontrastiranja osvjetljenja, moguće je očitavati razinu simptoma na listovima ili lisnim isječcima 20 do 80 puta brže nego konvencionalnim metodama mikroskopiranja hifa i spora (Martinson i Cadle-Davidson, 2018; Bierman i sur., 2019).

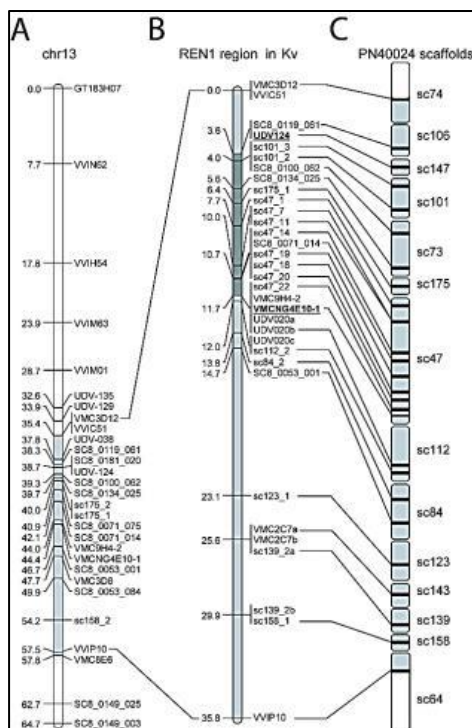
Genetska pozadina otpornosti na bolesti

Molekularni markeri povezani s otpornosti, do danas su identificirani na oko 13 lokusa za pepelnicu i 27 za plamenjaču (Martinson i Cadle-Davidson, 2018).

Prirodno postojanje otpornosti i otpornog gena (Ren1) (slika 2.5.) utvrđeno je u nekih sorata *vinifera proles orientalis* ('Kishmish vatkana', prva *vinifera* sorta kod koje je utvrđena stanovita razina otpornosti na pepelnicu i postojanje alela otpornosti na Ren1 genu) (Hoffmann i sur., 2008). Do tada je bio poznat gen otpornosti porijeklom iz sjeverno-američke vrste *Muscadinia rotundifolia* nazvan prema starijem nazivu za uzročnika pepelnice (Run1: *Resistance to Uncinula necator*). Prijenos Run1 (na kromosomu 12) gena iz *M. rotundifolia* u *Vitis vinifera* postignut je pseudo-povratnim križanjima. Iz *M. rotundifolia* izoliran je i gen otpornosti na plamenjaču nazvan Rpv1 (*Resistance to Plasmopara viticola*) (Merdinoglu i sur., 2003).

Gen Ren1 (*Resistance to Erysiphe necator*) pokazao se drugačiji od Run1 gena i monogenske je segregacije s jednim dominantnim lokusom. Osim u besjemenoj sorti ('Kishmish vatkana') Ren1 je uočen i u sjemenoj, bolje prihvaćenoj sorti 'Dzandzhal kara', iako je otpornost naglašenija u 'Kishmish vatkana' (Coleman i sur., 2009). Obje sorte su u rodbinskoj vezi, čistog *vinifera* porijekla bez introgresije s feralnim jedinkama (Coleman i sur., 2009). Prednost Ren1 gena je što potječe od čiste *vinifera* i može biti uveden u nove genetske pozadine unutar samo jedne generacije (Hoffmann i sur., 2008), ali ne pruža potpunu otpornost na pepelnicu (Riaz i sur., 2020). Otkriće Ren1 gena potaknulo je

istraživanja otpornosti unutar *vinifera*, a u novije vrijeme i *sylvestris*, posebno istočne germplazme, kao primarnog centra domestikacije, raznolikosti vinove loze i na gljivične bolesti (Prazzoli i sur., 2019; Riaz i sur., 2013).



Slika 2.5. Ren1 regija na kromosomu 13 sorte 'Kishmish vatkana' (B) (Coleman i sur., 2009)

Geni Ren1 i Ren7 pružaju parcijalnu otpornost ograničenog rasta micelija i sporulacije gljive, dok geni Ren4 i Ren6 pružaju potpunu otpornost zaustavljanjem rasta gljive putem programirane smrti stanica (PCD) (Riaz i sur., 2020). Riaz i sur. (2020) su identificirali 43 otporna *sylvestris* genotipa s područja Kavkaza, u kojih prevladava otpornost na pepelnicu. Neki od najpolimorfnijih lokusa vezanih za Ren1 regiju na 13. kromosomu jesu VMCNg4e10.1, Sc47–18, SC8–0071–14, UDV124 i VMC3d12 detektirani od strane Hoffmann i sur. (2008) i Riaz i sur. (2013).

Istraživanje genetske otpornosti na plamenjaču je zahtjevnije u odnosu na druge bolesti vinove loze zbog brojnih međulokusa koji zahtjevaju dodatnu pažnju i pristup. Najučinkovitiji u postizanju otpornosti na plamenjaču u praksi su se pokazali geni Rpv10 (kromosom 9) i Rpv12 (kromosom 14) (Töpfer, 2016). Jedan od lokusa povezanih s otpornosti na plamenjaču je GF09-46 u genskoj regiji Rpv10 koji vodi porijeklo od azijske vrste *Vitis amurensis*. Primjerice u sorte Solaris detektiran je QTL odgovoran za 50% fenotipske varijacije za otpornost na *P. viticola*, koji preko pedigreea muškog roditelja vodi porijeklo od *V. amurensis* (Schwander i sur., 2012).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Biljni materijal

Istraživanje je provedeno na *sylvestris* jedinkama na originalnim lokacijama (*in situ*) u Hrvatskoj i sortama kultivirane loze održavanih u kolekciji (*ex situ*) Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu (IJK, HRV048) tijekom 2017. i 2018. godine. Analiza otpornosti na bolesti provedena je tijekom 2018. i 2019. godine. Istraživanje je inicijalno obuhvatilo 136 pretpostavljeno *sylvestris* jedinki sa sedam različitih lokaliteta na terenu: Psunj (28), Lukovdol (20), Nacionalni park Paklenica (34), Nacionalni park Krka (27), Gizdavac (2), Grab (4) i Imotski (21). Popis originalnih *sylvestris* jedinki po lokalitetima prikazan je u tablici 3.1. Za usporedbu *sylvestris*, *vinifera* i podloga, korišten je skup od ukupno 159 divergentnih genotipova sorata i loznih podloga čiji su SSR profili preuzeti iz radova Žulj Mihaljević (2017), Lacombe i sur. (2013), i Zdunić i sur. (2017) (prilog 2).

Tablica 3.1. Popis 136 uzoraka potencijalnih *sylvestris* jedinki sa sedam *in situ* lokaliteta u Hrvatskoj

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Paklenica	Pak1	N44°17' 914" E15°27' 831"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak2	N44°17' 910" E15° 27' 802"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak3	N44°17' 934" E15° 28' 121"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak4	N44°17' 936" E15° 28' 131"	21OIV, 24 nSSR
Paklenica	Pak5	N44°17' 915" E15° 28' 165"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak6	N44°17' 994" E15°28' 188"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak7	N44°17' 977" E15°28' 177"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak8	N44°17' 984" E15°28' 171"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak9	N44°18' 013" E15°28' 188"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak10	N44°18' 028" E15°28' 209"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak11	N44°18' 042" E15°28' 218"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak12	N44°18' 260" E15°28' 318"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3

Tablica 3.1. nastavak 1

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Paklenica	Pak13	N44°18' 348" E15°28' 452"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak14	N44°18' 402" E15°28' 480"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak15	N44°18' 400" E15°28' 467"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak16	N44°18' 476" E15°28' 384"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak17	N44°18' 670" E15°28' 298"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak18	N44°18' 463" E15°28' 591"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak19	N44°18' 351" E15°28' 635"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak20	N44°18' 465" E15°28' 706"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak21	N44°18' 465" E15°28' 705"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak22	N44°18' 493" E15°28' 743"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak23	N44°18' 508" E15°28' 749"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak24	N44°18' 642" E15°28' 811"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak25	N44°18' 689" E15°28' 795"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak26	N44°18' 700" E15°28' 799"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak27	N44°18' 774" E15°28' 802"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak28	N44°19' 242" E15°28' 675"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak29	N44°19' 254" E15°28' 671"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak30	N44°19' 526" E15°28' 655"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak31	N44°17' 918" E15°27' 871"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Paklenica	Pak32	N44°17' 919" E15°27' 868"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak33	N44°18' 375" E15°28' 417"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Paklenica	Pak34	N44°18' 721" E15°28' 351"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im1	N43°26' 940" E17°12' 529"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Imotski	Im2	N43°26' 963" E17°12' 510"	21OIV, 24 nSSR

Tablica 3.1. nastavak 2

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Imotski	Im3	N43°26' 958" E17°12' 541" N43°26' 956"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im4	E17°12' 534" N43°26' 955"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im5	E17°12' 539" N43°26'955"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im6	E17° 12' 539" N43°26' 965"	21OIV, 24 nSSR
Imotski	Im7	E17°12' 513" N43°26' 955"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im8	E17°12' 584" N43°26'955"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im9	E17°12' 582" N43°26' 960"	21OIV, 24 nSSR
Imotski	Im10	E17°12' 550" N43°26' 969"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Imotski	Im11	E17°12' 524" N43°27' 050"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im12	E17°12' 513" N43°27' 074"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Imotski	Im13	E17° 12' 555" N43°27' 041"	21OIV, 24 nSSR
Imotski	Im14	E17°12' 574" N43°27' 034"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im15	E17°12' 567" N43°27' 005"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Imotski	Im16	E17°12' 520" N43°26' 996"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Imotski	Im17	E17°12' 515" N43°26' 994"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im18	E17°12' 514" N43°26' 997"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im19	E17°12' 526" N43°27' 093"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im20	E17°12' 619" N43°27' 085"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Imotski	Im21	E17°12' 621"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk1	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk2	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk3	N45°26' 160" E15°08' 035"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk4	N45°26' 143" E15°08' 045"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk5	N45°26' 140" E15°08' 044"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk6	N45°26' 131" E15°08' 023"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3

Tablica 3.1. nastavak 3

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Lukovdol	Luk7	N45°26'128" E15°08' 024"	21OIV, 24 nSSR
Lukovdol	Luk8	N45°26' 169" E15°08' 048"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk9	N45°26' 113" E15°08' 271"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Lukovdol	Luk10	N45°26' 182" E15°08' 181"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk11	N45°26' 120" E15°08' 194"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk12	N45°26' 110" E15°08' 209"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk13	N45°26' 098" E15°08' 276"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk14	N45°26' 085" E15°08' 277"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk15	N45°26' 232" E15°08' 373"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk16	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk17	N45°26' 246" E15°08' 232"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk18	N45°26' 250" E15°08' 185"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk19	N45°26' 269" E15°08' 154"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Lukovdol	Luk20	N45°26' 262" E15°08' 150"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Grab	Grab1	N43°38' 454" E16°46' 223"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Grab	Grab2	N43°38' 456" E16° 46' 219"	21OIV, 24 nSSR
Grab	Grab3	N43°38' 440" E16°46' 257"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Grab	Grab4	N43°38' 429" E16°46' 255"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka1	N43°48' 114" E15°57' 958"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka2	N43°48' 127" E15°57' 983"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka3	N43°48' 127" E15°57' 983"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka4	N43°48' 115" E15°57' 998"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka5	N43°48' 111" E15°58' 017"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka6	N43°48' 106" E15°58' 051"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka7	E15°58' 052"	21OIV, 24 nSSR

Tablica 3.1. nastavak 4

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Krka	Krka8	nd N43°48' 069"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka9	E15°58' 210"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka10	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka11	nd N43°48' 339"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka12	E15°57'938" N43°48' 339"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka13	E15°57' 938" N43°48' 341"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka14	E15°58' 013" N43°48' 341"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka15	E15°58' 013"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka16	nd N43°48' 338"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka17	E15°58' 040" N43°48' 295"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka18	E15°58' 162" N43°48' 298"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka19	E15°58' 206"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3 21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka20	nd N43°48' 357"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka21	E15°58' 392" N43°48' 357"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka22	E15° 58' 392" N43°48' 280"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka23	E15°58' 010" N43°48' 253"	21OIV, 24 nSSR
Krka	Krka24	E15° 57' 949" N43°48' 183"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka25	E15°57' 911" N43°48' 187"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Krka	Krka26	E15°57' 995" N43°48' 276"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Krka	Krka27	E15°58' 008"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj1	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj2	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj3	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj4	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj5	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj6	nd N45°23' 405"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, APT3
Psunj	Psunj7	E17°27' 524" N45°23' 383"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj8	E17°27' 593"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3

Tablica 3.1. nastavak 5

Lokalitet	Uzorak	GPS koordinate	Analiza
Psunj	Psunj9	N45°23'375" E17°27' 639"	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj10	N45°23' 375" E17°27' 639"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj11	N45°23' 450" E17°27' 313"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj12	N45°23' 448" E17°27' 322"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj13	N45°23' 448" E17°27' 322"	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj14	N45°23' 445" E17°27' 321"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj15	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj16	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj17	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj18	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj19	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj20	nd	21OIV, 24 nSSR
Psunj	Psunj21	N45°23' 446" E17°27' 347"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj22	N45°23' 429" E17°27' 354"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj23	N45°23' 499" E17°28' 071"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj24	N45°23' 501" E17°28' 059"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj25	N45°23' 503" E17°28' 056"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj26	N45°23' 498" E17°28' 023"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj27	N45°23' 500" E17°28' 043"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Psunj	Psunj28	N45°23' 649" E17°28' 320"	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Gizdovac	Giz1	N43°39' 334" E16°29' 302"	21OIV, M-UVO, M-SJ, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3
Gizdovac	Giz2	nd	21OIV, 24 nSSR, 9 cpSSR, 4rSSR, APT3

21 OIV deskriptor, 24 nuklearna SSR lokusa, 9 kloroplastnih SSR lokusa, 4 SSR lokusa povezana s otpornosti na gljivične bolesti, APT3 DNA marker za spol cvijeta, M-UVO uvometrijska analiza, M-SJ morfometrijska analiza sjemenki
nd nije determinirano

Sjemenjaci originalnih *sylvestris* jedinki

U analize su uključene mlade biljke (sjemenjaci) koje predstavljaju generativne F1 potomke pojedinih originalnih ženskih *sylvestris* jedinki s tri lokaliteta (tablica 3.2.). Kolekcija sjemenjaka uspostavljena je u razdoblju od 2013. – 2017. godine i sastoji se od individualnih biljaka koje rastu na vlastitom korijenu u 6 litarskim posudama. Sjemenjaci su genotipizirani putem SSR lokusa i korišteni za roditeljske analize i analize otpornosti na bolesti. Ženska jedinka s koje su prikupljene sjemenke bi trebala predstavljati majčinsku biljku dok je roditeljskom analizom tražen potencijalni muški roditelj. Set SSR genotipova za roditeljsku analizu je uključio: sjemenjake, *sylvestris* jedinke s predmetnih lokaliteta i 159 genotipova iz priloga 2. Na lokalitetu Cerovica (BiH) nije bio poznat SSR genotip majčinske biljke stoga su ovi sjemenjaci izostavljeni iz roditeljske analize.

Tablica 3.2. Popis F1 sjemenjaka originalnih *in situ sylvestris* ženskih jedinki

F1 sjemenjak	Majčinski genotip	Analiza
SjGiz1	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> 24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz2	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz3	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz4	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz5	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz6	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> 24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz7	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjGiz8	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz9	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz10	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjGiz11	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz12	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjGiz13	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz14	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz15	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjGiz16	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz17	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz18	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz19	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk

Tablica 3.2. nastavak 1

F1 sjemenjak	Majčinski genotip	Analiza
SjGiz20	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz21	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz22	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz23	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz24	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjGiz25	Giz1	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak1	Pak12	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjPak2	Pak12	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjPak3	Pak12	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjPak4	Pak12	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjPak5	Pak12	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjPak6	Pak33*	24 nSSR
SjPak7	Pak33*	24 nSSR
SjPak8	Pak33*	24 nSSR
SjPak9	Pak34	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak10	Pak34	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjPak11	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak12	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, leaf disk
SjPak13	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak14	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjPak15	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjPak16	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak17	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjPak18	Pak29	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjCer1	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3
SjCer2	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer3	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer4	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer5	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer6	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjCer7	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjCer8	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk
SjCer9	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer10	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , leaf disk

Tablica 3.2. nastavak 2

F1 sjemenjak	Majčinski genotip	Analiza
SjCer11	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer12	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer13	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer14	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer15	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer16	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer17	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer18	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer19	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer20	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer21	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer22	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>
SjCer23	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer24	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer25	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer26	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i> , <i>leaf disk</i>
SjCer27	Ne07-01*	24 nSSR, 9 cp SSR, 4rSSR, APT3, <i>in vivo</i>

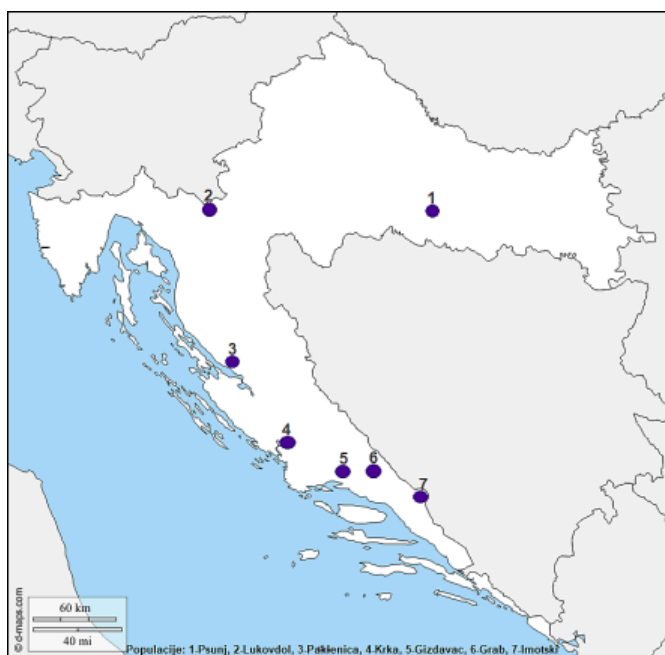
24 jezgrina nSSR lokusa, 9 kloroplastnih SSR lokusa, 4 rSSR lokusa povezana s otpornosti na gljivične bolesti, APT3 DNA marker za spol cvijeta, *in vivo* vizualna ocjena bolesti jedinke u kolekciji, *leaf disk in vitro* metoda analize otpornosti na gljivične bolesti

* Pak33 muška *in situ* jedinka (SjPak6, SjPak7 i SjPak8 je vegetativno potomstvo od Pak33)

** Ne07-01 majčinska jedinka sjemenjaka Cerovice koju nije bilo moguće genotipizirati

3.2. Lokaliteti

Sedam istraživanih prirodnih *sylvestris* lokaliteta u Hrvatskoj prikazani su na slici 3.1.



Slika 3.1. Karta Hrvatske s lokacijama *in situ* *sylvestris* populacija (www.d-maps.com)

Opis istraživanih lokaliteta i staništa

Psunj: Lokalitet divlje loze nalazi se u Požeško-slavonskoj županiji, u neposrednoj blizini ruševina benediktinske opatije sv. Mihovila na platou vinorodnih obronaka na 419 m n.v. u blizini sela Čečavac. Opatija vjerojatno datira iz druge polovice 12. stoljeća (Pleše i sur., 2018). Požeška dolina nalazi se na raskrižju triju različitih vegetacijskih utjecaja panonske šumostepske (aralo-kaspijske) zone (*Aceri tatarici*, *Quercion*), srednjoeuropske vegetacijske zone (*Carpinion betuli*) i submediteranske termofilne zone balkanskih hrastova (*Quercion frainetto*). Dosadašnjim istraživanjima flore utvrđene su 1654 biljne vrste i podvrste među kojima i *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (C. C. Gmel.) Hegi (Zima i sur., 2019). U blizini samostana pronađeno je više biljaka plemenite vinove loze. Unutar šume uočeni su primjerci vinove loze koji spontano rastu unutar i na rubovima šume, često jedni blizu drugih, u skupinama rastu u šumskim kotlinama (slika 3.2.). Pojedine jedinice rastu uz sam put, a pojedine dublje u mračnijem dijelu šume, vertikalnog su rasta i rastu kao ližane uz potporno drveće. Teren je bogat vlagom, ali u blizini nema vidljivog izvora vode, potoka ili rijeke.



Slika 3.2. *Sylvestris* u šumi na lokalitetu Psunj

Lukovdol: Kod mjesta Rtić u blizini Lukovdola u Primorsko-goranskoj županiji u Gorskom kotaru, šumsko je nalazište divlje loze u neposrednoj blizini rijeke Kupe. Lokalitet ima prijelazne goranske, ali i peripanonske značajke. Prevladava dinarska struktura uz izmjenu vapnenačkih i dolomitnih stijena što utječe na hidrografske i reljefne značajke. Prevladava pokriveni boginjavi krš uz prisutnost brojnih draga, razdolja i ponikava. Izrazit je kontrast ogoljenog i pošumljenog sektora (www.vrbovsko.hr). Jedinke divlje loze mogu se pronaći uz sam šumski put te dublje u šumi. Način rasta i grupiranja jedinki na terenu sličan je kao na lokalitetu Psunj. (slika 3.3.).



Slika 3.3. *Sylvestris* u šumi mjesta Rtić kod Lukovdola

Nacionalni park Paklenica: proglašen je nacionalnim parkom 1949. god. Park se nalazi u Zadarskoj županiji (dio parka i u Ličko-senjskoj). Površina zaštićenog područja iznosi 95 km². Karakteriziraju ga prirodni fenomeni krška geologija, prirodne šume crnog bora, bukve, planinski travnjaci, dva kanjona i divljina. Park pripada Natura2000 lokalitetima te od 2017. UNESCO-ovom (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) lokalitetu svjetske baštine bukovih šuma. Područje sadrži više od 1000 biljnih vrsta. Potok Velika Paklenica duž kojeg je tijekom 19.st. sagrađeno 13 mlinova, jedina je hidrološki značajnija površinska tekućica južnog Velebita (www.np-paklenica.hr, 2012). Na istraživanom području s obzirom na strogu zaštitu od proglašenja nacionalnog parka, nema

vidljive ljudske aktivnosti, sječe drva i sl. (Butorac i sur., 2018). Istraživane *sylvestris* jedinke nalaze se duž toka potoka Velika Paklenica s obje strane uz potok ili rastu iz samog potoka (slika 3.4.). Manji dio jedinki je pronađen s desne strane toka potoka, udaljeniji od neposredne blizine vode.



Slika 3.4. *Sylvestris* u Nacionalnom parku Paklenica

Nacionalni park Krka: proglašen je nacionalnim parkom 1985. godine. Park se nalazi u Šibensko-kninskoj županiji. Površina zaštićenog područja iznosi 109 km² i obuhvaća tok rijeke Krke i donji tok rijeke Čikole. Predstavlja prirodni krški fenomen s obzirom na sedrene slapove te uglavnom neizmijenjeno područje, sačuvano ili neznatno izmijenjenih ekosustava. Prirodna šumska vegetacija utjecajem čovjeka danas je u velikoj mjeri izmijenjena. Područje parka je na prijelazu vazdazelene mediteranske i listopadne submediteranske vegetacije s više od 1000 biljnih svojti. Prevladavaju tri šumske zajednice: mješovita šuma crnike i crnoga jasena, mješovita šuma medunca i bijeloga graba, šuma crnoga graba s jesenskom šašikom te makija, garig, travnjaci, kamenjarski pašnjaci, korovne i ruderalne zajednice (www.npkrka.hr). Područje je bogato jedinkama divlje loze koje se nalaze uz samu vodu, a rastu i iz vode (slika 3.5.).



Slika 3.5. *Sylvestris* u Nacionalnom parku Krka

Gizdovac: područje mjesta Gizdovac u općini Muć, Splitsko-dalmatinska županija, proteže se u dužini od oko 500 m u smjeru sjever – jug na ravnom terenu vrlo blagog nagiba. Prostor je u blizini ruralnih naselja, neizgrađen i neobrađen, označen kao šikara.

Karakterizira ga kraški prostor, kamenjar, djelomično obrastao travom, dračom, grmljem bijelog graba, kupine i smrike te bjelogoričnim i crnogoričnim stablima.

Lokalitet se može okarakterizirati kao degradirana šuma hrasta medunca (Butorac i sur., 2018). Na Gizdavcu su pronađene svega dvije pretpostavljeno *sylvestris* jedinke i jedan je od devastiranih *sylvestris* lokaliteta. Jedinke *sylvestris* rastu isprepletene s okolnim samoniklim biljkama, prividno bez prisutnosti vode što ga čini najsušnijim istraživanim terenom, a utvrđen je specifičan rast *sylvestris* jedinki iz dublje jame ili u polju (slika 3.6.).



Slika 3.6. *Sylvestris* na lokalitetu Gizdavac

Grab: Lokalitet se nalazi u Splitsko-dalmatinskoj županiji, uz rub Sinjskog polja oko 5 kilometara sjeverno od grada Trilja. Izvor rječice Grab, dug oko 2 km ukupne površine 0,39 km², zaštićen je od 2000. godine kao značajni krajobraz. Rječica Grab je lijevi pritok rijeke Rude koja čini lijevu pritoku rijeke Cetine. Izvoru Graba se pristupa stazom desne obale uz dobro očuvane mlinice i šume bijelog graba s hrastom, vrbom i jablanom. Riječni tok se ubrzo od izvora račva tvoreći jezercica s nekoliko manjih slapova. Na ovom području, gotovo uz sam izvor rječice i duž njenog početnog toka, nalazi se nekoliko *sylvestris* jedinki koje rastu uz samu vodu ili iz vode s obje strane rječice na staništu okarakteriziranom kao šumski rub (slika 3.7.).



Slika 3.7. *Sylvestris* na lokalitetu Grab

Imotski, Modro jezero: Vrlo blizu grada Imotski, nalazi se krški fenomen, Modro jezero nastalo sufozijom odnosno urušavanjem i spajanjem dviju vrtača. Razina vode jezera neprestano oscilira, a često i potpuno presuši (uobičajeno iznosi oko 90 metara). U Modrom

jezeru od potresa 1942. godine traje proces zatrpavanja i posljedično češćeg isušivanja koje je do sada u najvećim razmjerima zabilježeno 2011. i 2012. godine (Bonacci i sur., 2014). Uz samo jezero, na njegovim obalama, istraživane su bogate populacije divlje loze, koje za razliku od divljih loza na ostalim lokalitetima, ne rastu u visinu (vertikalno) već se pružaju horizontalno po kamenoj obali jezera te isprepliću s ostalom vegetacijom. Zanimljiv je hidrološki režim lokaliteta s obzirom na oscilacije razine vode, stoga određeni dio godine divlja loza može biti u potpunosti prekrivena vodom ili jezero pak može potpuno presušiti što je i sve češća pojava (slika 3.8.).



Slika 3.8. *Sylvestris* na lokalitetu Imotski (Modro jezero)

3.3. Morfološke analize divlje loze

3.3.1. Morfološki opisi putem OIV deskriptora

Morfološka evaluacija vršena je prema međunarodno dogovorenoj metodi Organisation Internationale de la vigne et du vin (OIV, 2011) i preporučenom skupu deskriptora dogovorenih u okviru projekta InWiGrape (2017), ukupno 21 OIV deskriptor. Ocjenjivane su ampelografske karakteristike morfologije: mladice, lista, spola cvijeta, grozda i bobica (tablica 3.3.). Svaka izabrana jedinka označena je šifrom, metalnom ili plastičnom oznakom, te je određena geografska pozicija upotrebom GPS uređaja (Garmin eTrex30)

Tablica 3.3. Izdvojeni set od 21 OIV deskriptora korišten za morfološku evaluaciju *sylvestris* jedinki

OIV kod	Svojstvo	Opis
OIV 001	Mladica: oblik vrha	3 <i>V. riparia</i> , 5 K5BB, 7 <i>V. vinifera</i>
OIV 002	Mladica: raspodjela antocijanskog obojenja paučinastih dlačica vrha	1 odsutno, 2 malo, 3 potpuno
OIV 004	Mladica: gustoća paučinastih dlačica vrha	1 nije prisutna, 3 niska, 5 srednja, 7 visoka, 9 vrlo visoka
OIV 007	Mladica: boja dorzalne strane internodija	1 zelena, 2 zelena+crvena, 3 crvena
OIV 051	Mladi list: boja lica lista	1 zelena, 2 žuta, 3 brončana, 4 bakreno crvena
OIV 053	Mladi list: gustoća paučinastih dlačica između žila na naličju lista	1 nije prisutna, 3 niska, 5 srednja, 7 visoka, 9 vrlo visoka
OIV 065	Odrasli list: veličina plojke	1 vrlo mala, 3 mala, 5 srednja, 7 velika, 9 vrlo velika
OIV 067	Odrasli list: oblik plojke	1 srcolik, 2 klinast, 3 pentagonalan, 4 okrugli, 5 bubrežast
OIV 068	Odrasli list: broj isječaka	1 jedan, 2 tri, 3 pet, 4 sedam, 5 >sedam
OIV 072	Odrasli list: naboranost plojke	1 nije prisutna, 3 slaba, 5 srednja, 7 jaka, 9 vrlo jaka
OIV 079	Odrasli list: stupanj otvorenosti sinusa peteljke	1 široko otvoren, 3 otvoren, 5 zatvoren, 7 preklopljen, 9 jako preklopljen
OIV 080	Odrasli list: oblik dna sinusa peteljke	1 U, 2 }, 3 V
OIV 081-1	Odrasli list: prisutnost zupca u sinusu peteljke	1 nije prisutan, 9 prisutan
OIV 084	Odrasli list: gustoća paučinastih dlačica između glavnih žila na naličju	1 nije prisutna, 3 niska, 5 srednja, 7 visoka, 9 vrlo visoka
OIV 151	Cvat: spol cvijeta	1 muški, 2 muški (vidi se gynoec), 3 hermafrodit, 4 ženski
OIV 202	Grozd: dužina	1 vrlo kratak (80mm), 3 kratak (120mm), 5 srednji (160mm), 7 dugački (200mm), 9 vrlo dugački (240mm)
OIV 204	Grozd: zbijenost	1 vrlo rastresit, 3 rastresit, 5 srednje zbijen, 7 zbijen, 9 vrlo zbijen
OIV 223	Bobica: oblik	1 spljošten, 2 okrugli
OIV 225	Bobica: boja kože	1 zeleno-žuta, 2 ružičasta, 3 crvena, 4 siva, 5 tamno ljubičasta, 6 plavo-crna
OIV 231	Bobica: intenzitet antocijanskog obojenja mesa bobice	1 nije prisutan, 3 slab, 5 srednji, 7 jak, 9 vrlo jak
OIV 241	Bobica: formiranje sjemenki	1 nije prisutno, 2 rudimentarno, 3 potpuno

3.3.2. Uvometrijska mjerenja i analiza mošta

Grožđe je prikupljano na terenu sa ženskih *sylvestris* jedinki na kojima je bilo grožđa i gdje ga je bilo moguće uzorkovati. Uvometrijska mjerenja provedena su u fazi pune zrelosti grožđa. Mjerene su dužina i širina grozda (cm) na milimetarskom papiru. Masa grozda (g) i masa peteljke (g) su određene vaganjem. Broj bobica po grozdu kod *sylvestris* određen je brojanjem bobica svakog grozda, dok je kod *vinifera* određen prosječni broj bobica po grozdu računski. Dobivene uvometrijske vrijednosti su uspoređene s 42 sorte iz IJK kolekcije koje predstavljaju divergentni set kultivirane loze (prilog 3). U moštu je izmjeren sadržaj šećera putem refraktometra (°Oe), ukupne titrabilne kiselosti (g/L) neutralizacijom s 0.1 NaOH uz dodatak indikatora brom timol plavo te pH mošta pomoću pH metra (CyberScan pH 110, Eutech Instruments).

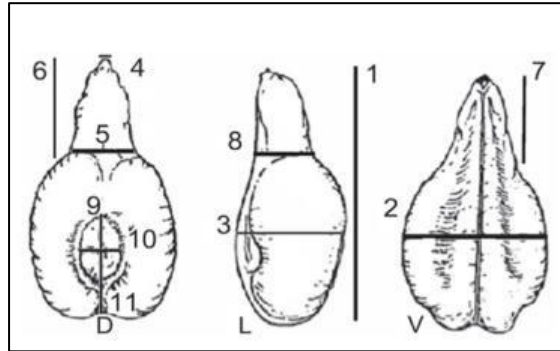
3.3.3. Morfometrijska analiza sjemenki

Zrele sjemenke izdvojene su sa dozrelih grozdova ženskih *sylvestris* jedinki prikupljenih na četiri *in situ* lokaliteta (NP Paklenica, NP Krka, Gizdovac i Modro jezero) tijekom 2017. i 2018. godine. Radi usporedbe morfometrijskih vrijednosti sjemenki s kultiviranom lozom, izabrane su tri sorte IJK kolekcije: 'Plavac mali crni'; 'Xynomavro' i 'Tempranillo' na kojima su također urađena morfometrijska mjerenja sjemenki.

Sjemenke su nakon ekstrakcije iz bobica isprane vodom kako bi se odstranilo rezidualno meso, stavljene na čist papirnati ubrus i sušene na zraku oko dva dana. Potom su uskladištene u čistim zatvorenim plastičnim tubicama u hladnjaku (+4°C) do upotrebe. Sjemenke su prije skeniranja očišćene, pomoću filter papira odstranjen je suvišni materijal s površine sjemenki.

Skeniranje sjemenki je provedeno pomoću uređaja Epson Perfection V700 Photo kalibriranog za analizu slika putem Regent Instruments računalnog programa WinSeedle™2019. Dodatno, analiza svojstva dužine kljuna sjemenki analizirana je u programu WinFoliaPro 2014a.

Prema modificiranom protokolu Pagnoux i sur. (2015) te Rivera i sur. (2007) analizirani uzorak sadržavao je 30 sjemenki s tri ponavljanja (30x3=90 sjemenki/uzorak) koje su skenirane na leđnoj (dorzalnoj) strani (slika 3.9.). U slučaju manjeg broja prikupljenih sjemenki, analiziran je ukupan broj sjemenki po uzorku.



Slika 3.9. Sjemenske *Vitis vinifera* L. Dorzalna (D), lateralna (L) i ventralna (V) strana: 1 ukupna dužina sjemenke, 2 maksimalna širina sjemenke, 3 debljina sjemenke, 4 širina kljuna kod hiluma, 5 širina kljuna pri bazi sjemenke, 6 dužina kljuna s dorzalne strane (Rivera i sur., 2007)

Morfološki podaci izmjereni su za četiri svojstva: dužina i širina sjemenke, dužina kljuna sjemenke mjereni s leđne (dorzalne strane) te Stummerov indeks (omjer širine i dužine sjemenke) prema formuli $\text{Š/D} \times 100$ (Jacquat i Martinoli, 1999).

3.4. DNA analize divlje loze

3.4.1. Izolacija DNA

Uzorkovanje i priprema biljnog materijala

U svrhu izolacije visoko kvalitetne, ukupne genomske DNA, prikupljeni su mladi listići odloženi u označene plastične vrećice s filter papirom te osušeni silika gel kuglicama (oko 15g/uzorku) (slika 3.10.).

Protokol za izolaciju DNA

Izolacija DNA provedena je pomoću komercijalnog NucleoSpin Plant II kit Macherey-Nagel, Düren, 91 Germany prema uputama proizvođača.

Protokol za izolaciju ukupne stanične DNA

1. Usitnjavanje biljnog materijala
 - U Eppendorf tubici zapremine 2 mL odvagano 20 miligrama osušenog lisnog tkiva uz dodatak jedne čelične kuglice. Usitnjavanje materijala tubice do praha pravocrtnim tresenjem (1 min) pri frekvenciji 50Hz u mehaničkom homogenizatoru Tissue Lyser, Qiagen.
2. Liza stanica i organela

- Dodatak 400 μL pufera za lizu stanica „PL1“ i 10 μL RNase A homogeniziranom lisnom prahu od 20 mg.
 - Homogenizacija sadržaja tubice vorteksiranjem.
 - Inkubacija na 65 °C 20 minuta u uređaju Dry Block Heating Thermostat, BioSan.
 - Filtracija i pročišćavanje lizata pomoću NucleoSpin Filtera ljubičastog obruba s kolekcijskom tubicom (2mL).
 - Centrifugiranje 2 minute pri 11 000 x g.
 - Prenos lizata iz kolekcijske tubice u nove čiste tubice (2mL).
 - Dodatak 450 μL pufera „PC“ za vezanje DNA. Miješanje sadržaja pipetom 5x.
3. Vezanje DNA na NucleoSpin Plant II Column silika membranu
- Prenos 700 μL lizata u nove tubice NucleoSpin Plant II Column zelenog obruba s kolekcijskom tubicom (2mL).
 - Centrifugiranje 1 minutu pri 11 000 x g.
 - Odbacivanje filtrata iz kolekcije tubice i vraćanje kolekcijske tubice ispod zelene membrane.
4. Pročišćavanje DNA
- Dodatak 400 μL pufera za ispiranje „PW1“ u NucleoSpin Plant II Column.
 - Centrifugiranje 1 minutu pri 11 000 x g i odbacivanje filtrata. Vraćanje kolekcijske tubice ispod zelene membrane.
 - Dodatak 700 μL pufera za ispiranje „PW2“ u NucleoSpin Plant II Column.
 - Centrifugiranje 1 minutu pri 11 000 x g i odbacivanje filtrata. Vraćanje kolekcijske tubice ispod zelene membrane.
 - Dodatak 200 μL pufera za ispiranje „PW2“ u NucleoSpin Plant II Column.
 - Centrifugiranje 2 minute pri 11 000 x g radi ispiranja pufera i potpunog sušenja silika membrane.
5. Eluiranje DNA
- Prebacivanje NucleoSpin Plant II Column zelene membrane u novu (*safe lock*) tubicu (1.5 mL).
 - Dodatak 50 μL pufera za eluiranje (*Elution Buffer*) „PE“ (zagrijanog na 65 °C).
 - Inkubacija 5 minuta na 65 °C.
 - Centrifugiranje 1 minutu na 11 000 x g radi elucije DNA.
 - Ponavljanje postupka elucije (posljednja tri koraka) s dodatkom 50 μL „PE“ pufera (65 °C) u istu tubicu.



Slika 3.10. Izolacija DNA u laboratoriju

Određivanje kvantitete i kvalitete izolirane DNA

Prije provođenja daljnjih analiza određena je koncentracija izolirane DNA pomoću CLARIOstar (BMG Labtech GmbH, Ortenberg) koji omogućuje direktno mjerenje 1-2 μL

uzorka. Uzorak DNA direktno se nanosi na predviđeno postolje za kvantifikaciju DNA. Čitač mikropločica (*microplate reader*) mjeri koncentraciju analita (DNA) na način da detektira prisutnost analita i pretvara ju u optički signal te na taj način kvantificira parametar od interesa. Prema procijenjenoj koncentraciji DNA za uzorke je pripremljena radna koncentracija DNA od 2 ng/μL.

3.4.2. Mikrosatelitska analiza

Mikrosatelitski lokusi korišteni u istraživanju grupirani su u 3 kategorije:

1. Skup lokusa za identifikaciju jezgrinog genoma vinove loze (24 nSSR lokusa)
2. Kloroplastni mikrosatelitski lokusi (9 cpSSR lokusa)
3. Specifični SSR lokusi za testiranje otpornosti na bolesti vinove loze (*E. necator* i *P. viticola*, 4 rSSR lokusa)

Mikrosatelitski lokusi za analizu jezgrinog genoma

Pomoću 24 mikrosatelitska lokusa (tablica 3.4.) provedena je analiza genetskih profila te detekcija redundantnih *sylvestris* jedinki istraživanih skupa. Kasnije je u cilju usklađivanja podataka s drugim skupovima uzoraka zadržano 20 zajedničkih SSR lokusa svih skupova pri čemu su izostavljena četiri: VrZag62 (povezan s lokusom VVMD7), VrZag83 (povezan s lokusom VVMD32) te lokusi VrZag79 i VrZag67. Dvije sorte poznatih alelnih vrijednosti: 'Cabernet Franc' (CF) i 'Muscat à Petit Grains' (MU) iz baze podatka JKI Instituta u Njemačkoj, poslužile su za harmonizaciju alelnih vrijednosti.

Tablica 3.4. Karakteristike 24 nSSR lokusa

SSR lokus	Nukleotidni slijed početnica smjer 5'→3' Forward i Reverse	Kromosom	Raspon alela (bp)	*Boja	Multipleks	Referenca
VVlv67	F:TATAACTTCTCATAGGGTTTCC R:TTGGAGTCCATCAAATTCATCT	15	320-380	6-FAM	1	Merdinoglu i sur.(2005)
VRZAG79	F:AGATTGTGGAGGAGGGAACAAACCG R:TGCCCCCATTTTCAAACCTCCCTTCC	5	225-260	VIC	1	Sefc i sur. (1999)
VRZAG62	F:CCATGTCTCTCCTCAGCTTCTCAGC R:GGTGAATGGGCACCGAACACACGC	7	160-220	6-FAM	1	Sefc i sur. (1999)
VRZAG83	F:GGCGGAGGCGGTAGATGAGAGGGCG R:ACGCAACGGCTAGTAAATACAACGG	4	180-205	NED	2	Sefc i sur. (1999)
VVIn16	F:ACCTCTATAAGATCCTAACCTG R:AAGGGAGTGTGACTGATATTTCC	18	130-180	6-FAM	2	Merdinoglu i sur.(2005)
VVIn73	F:TACTTCACCTAACAATACAGCT R:AATACATAAGGTGAAGATGCCT	17	250-280	NED	2	Merdinoglu i sur.(2005)
VVIp60	F:GGGAATAACTAAATTGAGGAT R:GTATGAATGCGGATAGTTTGTG	1	290-340	VIC	2	Merdinoglu i sur.(2005)
VVMD25	F:TTCCGTTAAAGCAAAAGAAAAAGG R:TTGGATTTGAAATTTATTGAGGGG	11	220-280	6-FAM	2	Bowers i sur.(1999)
VVib01	F:TGACCCTCGACCTTAAATCTT R:TGGTGAGTGCAATGATAGTAGA	2	270-310	VIC	3	Merdinoglu i sur.(2005)
VVIh54	F:CCGCACTTGTGTTGAATTTTCAG R:CAAACCGTTTTTACACCAGCAG	13	140-190	NED	3	Merdinoglu i sur.(2005)
VVMD24	F:GTGGATGATGGAGTAGTCACGC R:GATTTTAGTTTCATGTTGGTGAAGG	14	180-230	VIC	3	Bowers i sur.(1999)

Tablica 3.4. nastavak

SSR lokus	Nukleotidni slijed početnica smjer 5'→3' Forward i Reverse	Kromosom	Raspon alela (bp)	*Boja	Multipleks	Referenca
VVMD5	F:CTAGAGCTACGCCAATCCAA R:TATACCAAAAATCATATTCCTAAA	16	210-250	6-FAM	3	Bowers i sur.(1996)
VVMD27	F:GTACCAGATCTGAATACATCCGTAAGT R:ACGGGTATAGAGCAAACGGTGT	5	170-210	6-FAM	4	Bowers i sur.(1999)
VVMD32	F:TATGATTTTTTAGGGGGGTGAGG R:GGAAAGATGGGATGACTCGC	4	230-280	PET	4	Bowers i sur.(1999)
VVS2	F:CAGCCCGTAAATGTATCCATC R:AAATTCAAAATTCTAATTCAACTGG	11	120-170	NED	4	Thomas i Scott (1993)
VVIQ52	F:TAAAAGGATGGTAGATGACAGA R:ACAGGAAAGTGTTCAATGGTTA	9	60-90	VIC	4	Merdinoglu i sur. (2005)
VVIv37	F:GGTAGACCTTGAATGAAGTAA R:ATGCTGAAGTCACGTAATAGAA	10	130-190	PET	5	Merdinoglu i sur.(2005)
VRZAG67	F:ACCTGGCCCGACTCCTCTTGTATGC R:TCCTGCCGGCGATAACCAAGCTATG	10	110-180	6-FAM	5	Sefc i sur. (1999)
VMC4f3.1	F:AAAGCACTATGGTGG GTGAAA R:TAACCAATACATGCAT CAAGGA	12	150-190	VIC	5	Di Gaspero i sur. (2000)
VMC1b11	F:CTTTGAAAATTCCTTCCGGGTT R:TATTCAAAGCCACCCGTTCTCT	8	150-200	PET	6	Zyprian i Töpfer (2005)
VVMD21	F:GGTTGTCTATGGAGTTGATGTTGC R:GCTTCAGTAAAAGGGATTGCG	6	210-270	NED	6	Bowers i sur.(1999)
VVIp31	F:TATCCAAGAGACAAATTCCCAC R:TTCTCTTGTTTCCTGCAAATGG	19	170-200	6-FAM	7	Merdinoglu i sur.(2005)
VVMD28	F:AACAATTCAATGAAAAGAGAGAGAGAGA R:TCATCAATTCGTATCTCTATTTGCTG	3	220-270	NED	7	Bowers i sur.(1999)
VVMD7	F:AGAGTTGCGGAGAACAGGAT R:CGAACCTTCACACGCTTGAT	7	230-270	VIC	7	Bowers i sur.(1996)

* Boja fluorofora: 6-FAM plava; VIC zelena; NED žuta/crna; PET crvena

Lančana reakcija polimerazom (engl. *Polymerase chain reaction*, PCR) je provedena prema protokolu u tablici 3.5. Mikrosatelitski lokusi su tijekom analiza kombinirani u multipleks reakcije na osnovi fluorescentnog obojenja forward početnica i duljine njihovih fragmenata izraženih u parovima baza (bp). Skup od 24nSSR lokusa kombiniran je u multiplekse od dva do pet. Iznimku je činio lokus VVMD32, za koji je provedena simpleks reakcija prema protokolu korištenom u radu Žulj Mihaljević (2017), zbog neuspješnih amplifikacija unutar predviđene multipleks kombinacije.

Tablica 3.5. Uvjeti i koncentracije komponenata korištenih za lančanu reakciju polimerazom (PCR) amplifikaciju izabranih SSR lokusa i APT3 Indel markera

PCR program	
Početna denaturacija 3 min 95 °C	
a) denaturacija originalnog DNA predloška: 15 sek/95 °C	
b) vezivanje oligonukleotidnih početnica: 30 sek/60 °C	
c) elongacija početnica pomoću TaqDNA polimeraze: 30 sek/72 °C	
30 ciklusa a), b), c)	
Završna elongacija 7 min 72 °C	
PCR mastermiks	Reakcijski volumen (µL)
1 SSR lokus/1 uzorak	
DNA	1,0
Kapa*	2,5
Početnice (fwd, rvs)	0,1 (2x)
H ₂ O	1,3
Ukupni volumen/tubici	5,0
*KAPA Taq ReadyMix PCR Kit sadrži tvornički pripravljene komponente: enzim TaqDNA polimerazu, sva četiri tipa deoksinukleozid trifosfata (dNTPs) koje enzim dodaje na lanac DNA tijekom elongacijske faze, MgCl ₂ koji pomaže nalijeganju DNA polimeraze na DNA lanac, stabilizatore te KAPA Taq pufer za optimalne uvjete rada reagensima.	

Mikrosatelitski lokusi za analizu kloroplastnog genoma

Alelne vrijednosti za skup od 112 *sylvestris* jedinki utvrđene su na devet cpSSR lokusa navedenih u tablici 3.6. Alelne vrijednosti za sorte 'Cabernet Franc' i 'Muscat à Petit Grains' poslužile su za određivanje klorotipova prema Arroyo-García i sur. (2006). Koncentracije i volumni udjeli komponenata potrebnih za provođenje PCR amplifikacije cpSSR lokusa te specifični uvjeti reakcije navedeni su u tablici 3.7.

Tablica 3.6. Karakteristike 9 SSR lokusa korištenih u analizi kloroplastne DNA

SSR lokus	Nukleotidni slijed početnica smjer 5'→3'	Raspon alela (bp)	Referenca	Boja fluorofora	Multipleks
cpSSR5	F: TGTTCCAATATCTTCTTGTCATTT R: AGGTTCCATCGGAACAATTAT	98-105	Weising i Gardner (1999)	HEX	MPX1
cpSSR10	F: TTTTTTTTTAGTGAACGTGTCA R: TTCGTCGDCGTAGTAAATAG	105-113	Weising i Gardner (1999)	6-FAM	
ccSSR9	F: GAGGATACACGACAGARGGARTTG R: CCTATTACAGAGATGGTGYGATTT	160-170	Chung i Staub (2003)	NED	
ccSSR23	F: AYGGRGGTGGTGAAGGGAG R: TCAATCCCGTCGTTCCGCC	275-281	Chung i Staub (2003)	6-FAM	
NTCP8	F: ATATTGTTTTAGCTCGGTGG R: TCATTCGGCTCCTTTATG	242-250	Bryan i sur. (1999)	NED	
ccSSR5	F: TGTTCCAATATCTTCTTGTCATTT R: AGGTTCCATCGGAACAATTAT	235-265	Chung i Staub (2003)	NED	MPX2
NTCP12	F: CCTCCATCATCTCTTCCAA R: ATTTATTTTCAGTTCAGGGTTCC	120-131	Bryan i sur. (1999)	6-FAM	
cpSSR3	F: CAGACCAAAGCTGACATAG R: GTTTCATTCGGCTCCTTTAT	94-108	Weising i Gardner (1999)	HEX	
ccSSR14	F: GGGTATAATGGTAGATGCCC R: GCCGTAGTAAATAGGAGAGAAA	200-205	Chung i Staub (2003)	HEX	

Tablica 3.7. Koncentracije i volumeni kemijskih komponenata potrebnih za amplifikaciju cpSSR lokusa prema multipleksima

Reagens	MPX 1 Volumen (µL)	Reagens	MPX 2 Volumen (µL)
H ₂ O	2,4	H ₂ O	2,2
KAPA*	5	KAPA*	5
cpSSR5	0,1	ccSSR5	0,1
cpSSR10	0,3	NTCP12	0,4
ccSSR9	0,2	cpSSR3	0,3
ccSSR23	0,1	ccSSR14	0,1
NTCP8	0,1	DNA (2 ng/µL)	1
DNA (2 ng/µL)	1		
Ukupni volumen µL /tubici: 10			
MPX, multipleks			
*KAPA opis u tablici 3.5.			

Specifični mikrosatelitski lokusi

U analizama su korišteni SSR lokusi povezani s otpornosti na gljivične bolesti vinove loze: pepelnicu (*E. necator*) i plamenjaču (*P. viticola*) (tablica 3.8.). Za pepelnicu su korištena tri SSR lokusa identificirana i u *vinifera* i u *sylvestris* jedinki na kromosomu 13 u okviru genske regije Ren1 (**Resistance to *Erysiphe necator***) (Riaz i sur., 2013; 2020). Za plamenjaču je korišten lokus GF09-46 u okviru Rpv10 regije (**Resistance to *Plasmopara viticola***) na 9. kromosomu, a vodi porijeklo od azijske vrste *V. amurensis*. Rezultati SSR analize za plamenjaču alelno su usklađeni sa sortom Muscat à petits grains poznatih alela na lokusu GF09-46 čiji su SSR aleli ustupljeni od JKI, Njemačka. Dva *in situ sylvestris* uzorka porijeklom iz Bosne i Hercegovine, R06 i R18, poslužili su za usklađivanje alela (dužine fragmenata) na SSR lokusima za Ren1: Sc 47-18, SC8-0071-014 i UDV-124 prema rezultatima publiciranim u radu Riaz i sur. (2013). Usklađivanje je urađeno na način da su dva ista *sylvestris* uzorka amplificirana odvojeno u Genetičkom laboratoriju Sveučilišta u Kaliforniji u Davisu i laboratoriju Instituta u Splitu te su vrijednosti alela zatim usklađene prema Riaz i sur. (2013.).

Tablica 3.8. Karakteristike specifičnih lokusa (R-SSR) povezanih s otpornosti na *E. necator* i *P. viticola*

	SSR lokus	Izvor R-alela	Nukleotidni slijed početnica smjer 5'→3'	Kromosom/lokus	R-alel	Raspon alela (bp)	Boja fluorofora	Referenca
<i>E. necator</i>	Sc 47-18	<i>Kismish</i> <i>Vatkana</i> ; <i>sylvestris</i>	F:GCTTAGAATACTGGAAAATGTTATG A R: CCCAATTCTCAACCAAGCTC	13/ Ren1	239 246	231- 249	NED	Riaz i sur. (2020)
	SC8-0071-014	<i>Kismish</i> <i>Vatkana</i> ; <i>sylvestris</i>	F: CAACCATCAAGCACTCTCCTG R: AAGCCTCGCACTCCTCTGTC	13/ Ren1	141 143	143- 159	6-FAM	Riaz i sur. (2020)
	UDV-124	<i>Kismish</i> <i>Vatkana</i> ; <i>sylvestris</i>	F: GCATCTTCTTCTTCCCAACC R: AGTGCATTTGTCAAAGTCGTG	13/ Ren1	208 212	188- 239	VIC	Riaz i sur. (2020)
<i>P. viticola</i>	GF09-46	<i>V.amurensis</i> (<i>'Solaris'</i>)	F: GAGAGATTTGAGGGATTGTTGG R: -ATCCACGTTTGTAGCCTTTTGT	9/ Rpv10	416	389- 425	VIC	Schwander i sur. (2012)

Analiza spola cvijeta putem APT3 markera

Radi determinacije spola cvijeta korišten je selektivni DNA marker izvorno nazvan APT indel na intronu 2. Fechter i sur. (2012) su dizajnirali početnice oko 127bp indel regije na drugom kromosomu i kreirali marker kojim je moguće razlučiti ženske jedinke, od muških i hermafroditnih. Marker APT u *V. cinerea* ekvivalentan je 83% s APT3 fragmentom vrste *A. thaliana* te je u drugim radovima za ovaj marker korišten naziv APT3 (Riaz i sur., 2013, 2018; Zhou i sur., 2019). APT3 naziv korišten je i u ovome radu. U tablici 3.9. prikazani su genotipovi utvrđeni ovim markerom prema pojedinom fenotipu cvijeta (Fechter i sur., 2012).

PCR amplifikacija provedena je kao simpleks reakcija, a uvjeti PCR amplifikacije prikazani su u tablici 3.5.

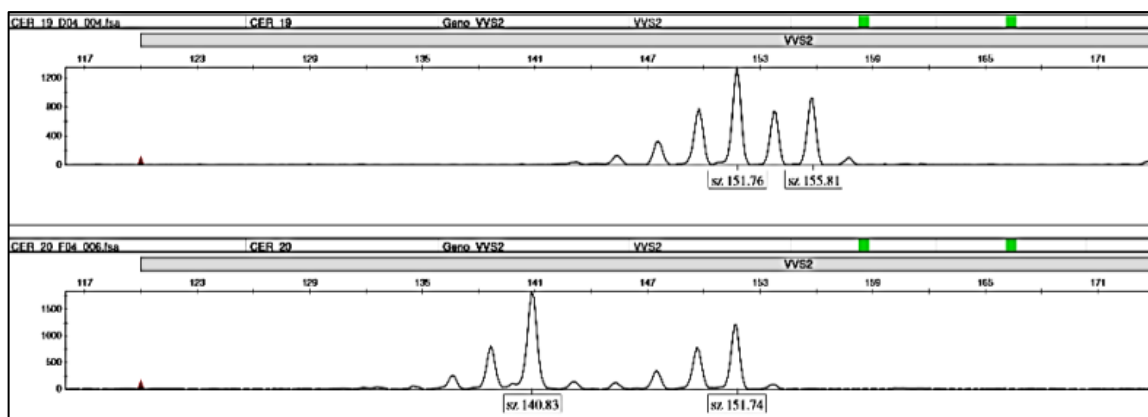
Tablica 3.9. Dužine DNA fragmenata dijagnostičkog markera APT3 (Fechter i sur., 2012)

Alel	Veličina fragmenta	Haplotip
a) Aleli i odgovarajuće veličine fragmenata		
Muški	466	M (<i>Vitis spec.</i>)
Hermafroditni	466	H (<i>V.v.subspec. vinifera</i>)
Ženski	336	F (<i>Vitis spec.</i>)
Ženski	266+397	F (<i>V.v.subspec. sylvestris</i>)
Opazeni fenotip	Veličine fragmenata	Pretpostavljeni genotip
b) Alelne kombinacije		
Muški	466/336	MF
Muški	466/266+397	MF
Muški	466/466	MH
Hermafroditni	466/336	HF
Hermafroditni	466/266+397	HF
Hermafroditni	466/466	HH
Ženski	336/336	FF
Ženski	336/266+397	FF
Ženski	266+397/266+397	FF

Kapilarna elektroforeza i očitavanje alela

Amplificirani fragmenti razdvojeni su po veličini kapilarnom elektroforezom.

Kapilarna elektroforeza provedena je upotrebom sekvencera (ABI 3130 Genetic Analyzer, Applied Biosystems, SAD) koji omogućuje automatsku vizualizaciju fragmenata putem fluorescentno označenih početnica i laserske tehnologije. Utvrđivanje alelnih vrijednosti (*allele scoring*) provedeno je u programu GeneMapper 4.0 (Applied Biosystems, SAD) (slika 3.11.).



Slika 3.11. Prikaz elektroferograma dva *sylvestris* sjemenjaka za lokus VVS2 u programu GeneMapper

3.5. Analiza otpornosti na uzročnika pepelnice (*Erysiphe necator*) i plamenjače (*Plasmopara viticola*)

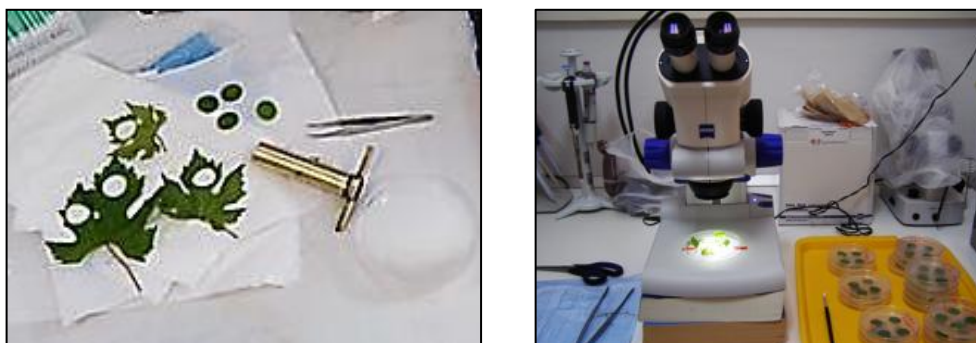
3.5.1. *In vivo* i *in vitro* testiranje

Vizualna ocjena otpornosti na uzročnika pepelnice (*E. necator*) i plamenjače (*P. viticola*) provedena je na dva načina:

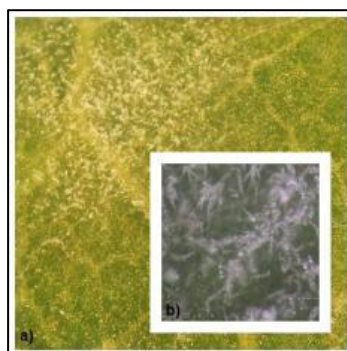
- *In vivo*, opažani su simptomi na svim *sylvestris* sjemenjacima u vrijeme intenzivne pojave bolesti od sredine svibnja na način da je na svakoj primki ocijenjen približno jednak dio biljke, a konačna ocjena stupnja infekcije određena s obzirom na stanje zaraženosti cijele biljke.
- *In vitro*, testiranje otpornosti provedeno je na manjem skupu od 35 sjemenjaka metodom isječaka listova (*leaf disk*) prema Staudt i sur. (1997) i Zandler i sur. (2017) uz određene modifikacije te prema Vezzulli i sur. (2018) za uzročnika plamenjače (*P. viticola*) (slika 3.12.). Kao izvor inokuluma u slučaju pepelnice korišteni su mlađi zaraženi listovi (slika 3.13.) s jedinki sjemenjaka najjače napadnutim pepelnicom.

Biljke nisu bile tretirane nikakvim sredstvima za zaštitu bilja od bolesti i štetnika prije niti za vrijeme provođenja opažanja i testiranja.

Vizualna ocjena stupnja infekcije u obje metode vršena je prema skali deskriptora OIV 455 za pepelnicu i OIV 452 za plamenjaču (tablica 3.10.).

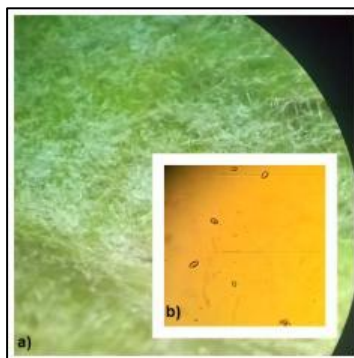


Slika 3.12. *In vitro* testiranje otpornosti na bolesti metodom isječaka listova (*leaf disk*)



Slika 3.13. Pepelnica lista sjemenjaka *sylvestris* pod stereo mikroskopom: a) sporulacija *E. necator* na licu lista, b) lanci oidija

Inokulum plamenjače za umjetnu inokulaciju uzet je u proizvodnom vinogradu u sjevernoj Dalmaciji u okolici Zemunika (slika 3.14.).



Slika 3.14. Plamenjača lista *vinifera* pod stereo mikroskopom: a) gusta sporulacija na naličju, b) spore vidljive pod svjetlosnim mikroskopom uz povećanje 10 x

Tablica 3.10. Fenotipska ocjena stupnja zaraze pepelnicom (OIV 455) i plamenjačom OIV 452)

OIV 455	OIV 452
Razina otpornosti 1 vrlo slaba ▪ 3 slaba ▪ 5 srednja ▪ 7 visoka ▪ 9 vrlo visoka i/ili potpuna	
Ocjena zaraze: 1 = neograničena infekcija; potpuno ili gotovo potpuno napadnut list s bogatim razvojem micelija i fruktifikacijom gljive; 3 = velike napadnute regije lista, od kojih su neke ograničene na plojci lista, djelomično napadnut-očigledan rast micelija i fruktifikacija gljive; 5 = napadnute regije obično ograničene i promjera 2-5 cm; 7 = ograničene napadnute regije promjera manjeg od 2 cm-malo micelija i ograničena fruktifikacija gljive (prisutnost gljivice naznačena blagim uvijanjem plojke); 9 = vrlo potisnuti simptomi ili ih nema-nema micelija ili vidljive fruktifikacije (tek blago uvijanje plojke).	Ocjena zaraze: 1 = neograničena infekcija, velike napadnute mrlje ili potpuno napadnuti listovi-snažna fruktifikacija gljiva- izražene guste nekrotične mrlje-vrlo rano opadanje lišća; 3 = velike, neograničene mrlje-vrlo jaka fruktifikacija gljiva-brojne nekrotične mrlje-opadanje lišća nije rano kao pod 1; 5 = ograničene napadnute mrlje promjera 1-2 cm-više ili manje jaka fruktifikacija gljivica-nepravilno stvaranje nekrotičnih mrlja; 7 = manje napadnute regije-smanjena fruktifikacija-nekoliko nekrotičnih mrlja; 9 = točkasto ili bez simptoma, nema fruktifikacije niti nekrotičnih tragova.

Protokol za *in vitro* testiranje otpornosti na *Erysiphe necator* metodom isječka listova – leaf disk

1. Uzorkovanje što mlađih i zdravijih listova (3. – 6. lista) s peteljkom, 2 lista/genotip.
2. Sterilizacija listova 2 minute u 4% NaOCl_(aq), trostruko ispiranje listova u destiliranoj vodi radi uklanjanja NaOCl.
3. Sušenje listova u čistom papirnatom ubrusu na zraku 30-60 minuta.
4. Priprema 1% bakterijskog agara (dan ranije): u čistu staklenu bocu od 1000ml odvagano 10gr praha bakterijskog agara te nadopunjeno čistom destiliranom vodom do oznake ili marke. Smjesa je otopljena u mikrovalnoj pećnici (3-5 min). Sterilizacija otopine u autoklavu 30 minuta pri 121°C. Otopina, ohlađena na 60°C, ravnomjerno je raspoređena u sterilne plastične petrijeve zdjelice u sloju od 5 mm uz upaljen plamenik.
5. Kružnim metalnim bušačem rezani su lisni isječki: ø2cm. 1 uzorak= 2 lista= 4 lisna isječka odložena u petrijevu zdjelicu naličjem lista prislonjenim na agarozni gel.
6. Inokulacija lisnih isječka vršena je pomoću mekanog suhog kista pomoću kojeg se laganim pokretima skida sloj spora s lica zaraženog lista i vrši inokulacija lica lisnih isječka.
7. Inokulirani uzorci i zatvorene petrijeve zdjelice stavljene u inkubacijsku komoru na 25 °C, relativnu vlagu zraka 65% i uvjete osvjetljenja 16h dan i 8h noć.
8. Vizualno očitavanje pepelnice 7 do 9 dana nakon inokulacije.
9. Očitavanje intenziteta zaraze pomoću stereo mikroskopa CarlZeiss, a fotografiranje spora gljivica pod stereomikroskopom CarlZeiss (Microimaging, GmbH Germany) i povećanjem 0,65x.

Protokol za *in vitro* testiranje otpornosti na *Plasmopara viticola* metodom isječka listova – leaf disk prema Vezzulli i sur. (2018)

Protokol za *P. viticola* istovjetan je protokolu za *E. necator* do koraka 4. Potom slijedi:

1. Kružnim metalnim bušačem rezani lisni isječki: ø2cm 1 uzorak= 2 lista= 4 lisna isječka odložena u petrijevu zdjelicu naličjem lista okrenutim od agarne podloge (prema gore).
2. Priprema suspenzije spora za *in vitro* inokulaciju: s naličja listova zaraženih plamenjačom mekim čistim kistom namočenim u čistu destiliranu vodu prikupljene su spore *P. viticola* i prebačene u plastičnu tubicu napunjenu destiliranom vodom. Brojanje spora pod mikroskopom pomoću hemocitometra, (korišteno oko 87 000 spora/ml suspenzije).
(Hemocitometar korišten tako da se čisto pokrovno stakalce postavi na sredinu hemocitometrijskog stakalca. Tubica suspenzije protrešena prije upotrebe. Pipetom se odmjeri 10 µL suspenzije i pažljivo injektira između pokrovnog stakalca i hemocitometra. Postupak injektiranja suspenzije ponovi se sa zrcalno suprotne strane hemocitometrijske komorice)
3. Brojanje spora (samo elipsaste, jajolike spore) pod Carl Zeiss svjetlosnim mikroskopom i povećanjem 10x.
4. Određivanje koncentracije spora (korak 6. i 7.) i po potrebi razrjeđenje.

Određivanje koncentracije spora: % živih stanica: $\frac{\text{br. živih stanica}}{\text{ukupan br. stanica}} \times 100$

Prosječan broj stanica/kvadratu: $\frac{\text{br. živih stanica}}{\text{br. kvadrata}}$

Faktor razrjeđenja: $\frac{\text{konačni volumen}}{\text{volumen stanica}}$ (u ovom istraživanju faktor razrjeđenja iznosio je 1)

Koncentracija (žive stanice/ml): $\text{prosječan br. stanica} \times \text{faktor razrjeđenja} \times 10^4$ (npr. $10.8 \times 2 \times 10^4 = 216,000$ stanica/ml = $2,16 \times 10^5$ stanica /ml)

5. Razrjeđenje spora na željenu koncentraciju (spora/ml) prema formuli: $C_1V_1=C_2V_2$ pri čemu su c_1V_1 poznati koncentracija i volumen, a C_2V_2 željeni koncentracija i volumen.
6. Inokulacija lisnih isječaka dodatkom 40 μ L suspenzije na naličje svakog lisnog isječka pomoću pipete.
7. Inokulirane i zatvorene petrijeve zdjelice odložene u inkubacijsku komoru na 23 °C u mračnim uvjetima.
8. Nakon 24h inkubacije, sterilnim filter papirom ili gazom uklonjena je kapljica suspenzije sa lisnih isječaka i uzorci su vraćeni u inkubacijsku komoru.
9. Stupanj zaraze vizualno je očitao 4 do 6 dana nakon inokulacije, kao kod *E. necator*.

3.6. Statističke analize

3.6.1. Morfološka analiza

Uvometrijska mjerenja

Na osnovi uvometrijskih mjerenja izračunati su pokazatelji deskriptivne statistike: prosjek, minimalna i maksimalna vrijednost te standardna devijacija za svojstva dužine, širine grozda, mase grozda, mase svježih peteljkovina te broja bobica po grozdu.

Grupiranje jedinki na temelju matrice prosječnih vrijednosti uvometrijskih podataka provedeno je analizom glavnih komponenata (*Principal Component Analysis*, PCA) te *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* (UPGMA) klasteriranja i vizualizacijom pomoću dendrograma u programu Statistica (TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA, 2017).

Analiza mošta

Fizikalno-kemijski pokazatelji za sastav mošta kod *sylvestris* prikazani su za sve ženske jedinice kod kojih je evaluacija bila moguća. Provedena je analiza mošta u tri repeticije te kao rezultat predstavljena prosječna vrijednost uzorka. Za uzorke kod kojih je bila moguća samo jedna repeticija, vrijednosti sastava mošta predstavljene su vrijednostima direktnih izmjera. Svi uzorci od 42 sorte, zastupljeni su s tri repeticije po 100 bobica čiji je konačni rezultat predstavljen njihovom prosječnom vrijednosti. Prosječne vrijednosti izračunate su u Excelu 2013.

Analiza veličine i oblika sjemenki

U analizi su korišteni podaci dorzalne strane sjemenki. Izračunati su pokazatelji deskriptivne statistike: broj analiziranih sjemenki, prosječne vrijednosti za dužinu i širinu sjemenke, dužina kljuna sjemenke, Stummerov indeks te maksimalne i minimalne vrijednosti ovih svojstava. Grupiranje jedinki provedeno je PCA metodom. Utvrđivanje razlika u navedenim pokazateljima provedeno je jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) s post-hoc Fisherovim testom najmanje značajne razlike (LSD). Klasteriranje *sylvestris* i *vinifera* jedinki provedeno je multivarijatnom hijerarhijskom i aglomerativnom Ward metodom; koja maksimizira homogenost unutar klastera. Analize su provedene u programu Statistica (TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA, 2017).

Analiza otpornosti na bolesti

Prilikom *in vivo* očitavanja pepelnice na jedinkama *ex situ* kolekcije, zabilježena je ukupna ocjena stupnja zaraze prema OIV455. Kod *in vitro* inokulacije lisnih isječaka, za svaki genotip, zabilježena su četiri OIV455 očitavanja za četiri lisna isječka.

Očitavanja su obrađena u programu Excel 2013. Na temelju četiri očitavanja (isječka) za svaki genotip je određena dominantna vrijednost niza - *modus*. Istraživani skup razvrstan je prema *modus* vrijednostima kroz obje godine istraživanja i zabilježen broj sjemenjaka koji pripada pojedinoj ocjeni. Modus vrijednosti odgovarale su kategorijama stupnja otpornosti OIV skale (1, 3, 5, 7, 9). Očitavanja *in vivo* razvrstana su izravno prema ocjeni za svaki genotip bez određivanja modusa s obzirom da se radilo o jednoj, ukupnoj ocjeni po genotipu. *Modus* vrijednosti genotipova sorata uključenih u analizu, su uvrštene za prikaz u grafu, ali nisu ušle u izračun broja zaraženih *sylvestris* jedinki. Analiza je provedena u Excelu 2013. Povezanost *in vivo* i *in vitro* rezultata na podskupu od 35 *sylvestris* sjemenjaka kroz dvije godine istraživanja, provjerena je Spearmanovom korelacijom u programu Statistica (TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA, 2017).

3.6.2. Molekularno-genetička analiza

Mjerila informativnosti markera i genetske raznolikosti populacija

Mjerila informativnosti kodominantnih SSR markera izračunata su za sljedeće pokazatelje:

Informacijski sadržaj polimorfizma (Polymorphism Information Content, PIC) prema formuli Botstein i sur. (1980) $PIC = 1 - \sum_{i=1}^l p_i^2 - 2 \sum_{i=j+1}^l \sum_{j=1}^{i-1} p_i^2 p_j^2$, pri čemu je p_i – učestalost alela i u populaciji, l -ukupni broj alela.

Vjerojatnost nul alela izračunata je prema Summers i Amos (1997) algoritmu,

Vrijednost vjerojatnosti identiteta (Probability of identity, PI) izračunata je prema formuli Waits i sur. (2001) $PI = \sum p_i^4 + \sum \sum (2p_i p_j)^2$, pri čemu su p_i i p_j frekvencije i i j alela $i \neq j$. Navedeni pokazatelji izračunati su u programu Cervus (Kalinowski i sur., 2007).

Radi uvida u raznolikost *sylvestris* populacija u Hrvatskoj izračunat je broj prosječnih alela po lokusu (N_a), broj efektivnih alela po lokusu (N_e), očekivana heterozigotnost (H_e) prema formuli $H_e = 1 - \sum p_i^2$ gdje je p_i frekvencija i -tog alela, a N broj uzoraka, opažena heterozigotnost (H_o) prema formuli $H_o = \text{broj heterozigota} / N$. Broj privatnih alela (N_{pr}), te fiksacijski indeks (F) prema formuli $F = \frac{H_e - H_o}{H_e}$ kao mjerilo smanjenja heterozigotnosti. Ovi pokazatelji izračunati su u programu GenAIEx 6.5 (Peakall i Smouse 2012).

Test odstupanja od Hardy-Weinberg ravnoteže (HWE) proveden je u programu Cervus (Kalinowski i sur., 2007). Razine signifikantnosti uključivale su korekciju po Bonferroniju, a rezultati testa mogu biti NS= nesignifikantno, *= signifikantno uz 95% sigurnosti, **= signifikantno uz 99% sigurnosti, ***= signifikantno uz 99,9% sigurnosti i ND= nije provedeno.

Analiza genetske strukture

Klaster analiza

Genetski odnosi i razlike između *sylvestris*, *vinifera* i loznih podloga, njihovo filogenetsko grupiranje, provedeno je upotrebom metode sparivanja susjeda (Neighbour-Joining, NJ). NJ klasteriranje je provedeno na ukupnom *sylvestris* skupu, na pročišćenom *sylvestris* skupu te skupu sjemenjaka *sylvestris* uz ukupni *in situ sylvestris* skup. Zbog zastupljenosti *sylvestris* sjemenjaka sa lokaliteta Cerovica (BiH), u analizu sjemenjaka bio je dodatno uključen i skup 21 *in situ sylvestris* jedinke sa Cerovice iz ranije publikacije (Zdunić i sur., 2017). Analiza je provedena u programu MEGA v. X (Kumar i sur., 2018) na matrici genetske udaljenosti za kodominantne podatke na osnovi 20 SSR lokusa prikazane u obliku trokutne matrice ispod dijagonale, izračunate pomoću GenAIEx 6.5 (Peakall i Smouse 2012) dodatka za Excel. Rezultati klasteriranja prikazani su u obliku kružnog stabla (filograma).

Analiza glavnih koordinata (PCoA)

Analiza glavnih koordinata (Principal Coordinate Analysis, PCoA) provedena je na pročišćenom *sylvestris* skupu uz skup 159 sorata i podloga na 20 SSR radi uvida u grupiranje jedinki i njihov relativni odnos. PCoA je provedena na temelju *pairwise* matrice genetske udaljenosti, za kodominantne podatke, u matrici oblika $n \times n$, pri čemu je 'n' broj jedinki. Prilikom analize jednog lokusa sa i, j, k i l-tim različitim alelima, skup kvadratnih udaljenosti definiran je kao:

$$d^2(ii, ii) = 0, d^2(ij, ij) = 0, d^2(ii, ij) = 1, d^2(ij, ik) = 1, d^2(ij, kl) = 2, d^2(ii, jk) = 3, i d^2(ii, jj) = 4.$$

Rezultat analize je 2-D graf gdje je, prva os ili dimenzija (PCoA1) skupa podataka nositelj većine informacija, dok svaka sljedeća, ima manju svojstvenu vrijednost, odnosno vrijednost varijance koja je ostala neobjašnjena prvom. Analiza je provedena u GenAIEx 6.5 (Peakall i Smouse 2012) dodatku za Excel.

Metoda 'Structure'

Za ispitivanje pretpostavke da unutar istraživanog skupa postoje jedinke koje pripadaju različitim skupinama prema alelnim učestalostima, provedena je „Structure“ analiza. Metoda Structure provedena je na pročišćenom *sylvestris* skupu uz odabrani set od 159 genotipova: ukupno 250 jedinki. Provedeno je ukupno 10 prohoda za svaku pretpostavljenu skupinu k (od 1 do 10). Svaki prohod se sastojao od perioda zagrijavanja (*burn in*) sa 100000 ponavljanja, nakon čega je slijedilo 1000000 MCMC ponavljanja tijekom kojih su prikupljeni podaci o posteriornoj vjerojatnosti podataka $\ln[\Pr(X|K)]$ za svaki K unutar 10 prohoda. Pretpostavljen je *admixed* model te korelirane frekvencije alela između populacija. Metoda je provedena u programu Structure v. 2.3.4. (Pritchard i sur., 2000). Odabir optimalnog broja skupina (k) proveden je u slobodno dostupnom online programu Structure Harvester (Earl i sur., 2012). Jedinke su pridružene genskim skupovima prema vrijednosti q , odnosno % genoma svake jedinke koja potječe iz određenog genskog skupa. Jedinke su pridružene određenom genskom skupu ukoliko je prosječan udio pripadnosti bio veći od 0,75 (75%, Matsuoka i sur., 2002). Na osnovi rezultata Structure Harvester i optimalnog broja K , preuzet je *clumpp file* u Structure Harvesteru (za optimalni K) te provedena vizualizacija grafa u Structure Plot v 2.0 (Ramasamy i sur., 2014).

Roditeljska analiza

Za analizu očinstva korišten je ukupni *in situ sylvestris* skup (112 jedinki) i skup sjemenjaka *ex situ* kolekcije s lokaliteta Gizdavac i Paklenica (40 jedinki) za koje je bila poznata majčinska jedinka. U analizu je bio uključen i skup genotipova sorata i podloga (159 jedinki). Skup *sylvestris* sjemenjaka u analizi je bio označen kao 'potomci' uz naznačen majčinski genotip, a ostale jedinke kao 'potencijalni očevi'. Sjemenjacima Cerovice (porijeklom iz Bosne i Hercegovine) nije genotipizirana majčinska jedinka stoga su izuzeti iz roditeljskih analiza.

Za simulaciju roditeljskog para nepoznatog spola, prethodno su izračunate alelne frekvencije. Simulirano je 1000000 potomaka s udjelom od 0,01 uzorkovanih roditelja uz dopuštenu mogućnost samooplodnje i postojanja srodnika među potencijalnim roditeljima. U analizu roditeljskog para su bile uključene jedinke ukupnog *sylvestris* skupa te 159 genotipova sorata i podloga. Sve jedinke uključene u simulaciju pretpostavljene su i kao potencijalni roditelji i kao potencijalni potomci. Sjemenjaci nisu bili uključeni u ovu analizu. Kao kriterij konačnog dodjeljivanja roditeljstva korištena je kritična LOD vrijednost dobivena simulacijom uz višu razinu pouzdanosti (95%). Roditeljska analiza provedena je u programu za kategoričku alokaciju Cervus koji upotrebljava formulu za vjerojatnost prema Kalinowski i sur. (2007).

4. REZULTATI

4.1. Morfološke analize

4.1.1. Morfološke analize na osnovi OIV deskriptora

Na sedam prirodnih *sylvestris* staništa uzorkovano je 136 jedinki. Unutar seta od 136 pretpostavljeno *sylvestris* jedinki, SSR analizama su identificirane jedinke duplikati, ukupno 23 jedinke. Na terenu su u pojedinim slučajevima bile uzorkovane jedinke koje rastu jedna blizu druge i za koje se *in situ* nije moglo sa sigurnošću utvrditi radi li se o jednom ili dva različita genotipa. Utvrđena je i jedna jedinka koja je imala istovjetan genotip sa sortom Kujundžuša na lokalitetu Imotski (Im2). Nakon uklanjanja klonski identičnih genotipova i uzorka Im2, broj pretpostavljenih *sylvestris* jedinki je iznosio 112. Združenom analizom na osnovi morfoloških i SSR lokusa set od 112 jedinstvenih genotipova dodatno je reduciran na 91 *sylvestris* jedinku. Morfološke i genetske karakteristike *sylvestris* u ovom radu su prikazane na osnovi 91 jedinke koju smatramo "pročišćenim setom *true to type sylvestris*", dok su karakteristike i kriteriji za odbacivanje ukupno 45 jedinki prikazani u poglavlju 4.3. o feralnim jedinkama.

Morfologija pročišćenog *sylvestris* skupa

U tablici 4.1. prikazani su udjeli (%) ekspresije pojedinog morfološkog svojstva (21 OIV deskriptora) na temelju pročišćenog *sylvestris* skupa od 91 *true to type sylvestris* jedinke po populacijama. Iznimno, za prikaz OIV rezultata za spol cvijeta te morfologije grozda i bobica, korišten je broj jedinki. Pojedinačna svojstva po OIV deskriptorima za cjelokupan *true to type* skup prikazani su u prilogu 4.

Najčešći *sylvestris* fenotip *in situ* jedinki karakterizira *vinifera* tip vrha mladice. Vrh mladice je većinom zelen, bez antocijanskog obojenja, dok je malo antocijanskog obojenja utvrđeno na lokalitetima Imotski i Krka te potpuno antocijansko obojenje kod jedinke Im18 (OIV 002). Intenzitet paučinastih dlačica vrha mladice u svih populacija je većinom odsutan ili nizak. Veći polimorfizam utvrđen je u jedinki populacija Lukovdol, Psunj i Paklenica, a kod jedinke Luk13 utvrđena je i visoka gustoća dlačica (OIV 004). Dorzalna strana mladice većinom je zelene boje. Zeleno-crvena boja izražena je u jedinki populacija Grab i Gizdavac te na lokalitetu Imotski gdje je zabilježena i crvena boja (Im18) (OIV 007). Mladi list je pretežito zelene boje, ali je u pojedinim jedinki utvrđena i brončana (Krka15), bakreno-crvena (Pak33) i žuta boja (Luk6, Luk12) (OIV 051). Intenzitet paučinastih dlačica na naličju mladog lista je većinom bio odsutan ili nizak. Najveće varijacije utvrđene su kod populacija Paklenica, Psunj i Lukovdol, a na Lukovdolu je utvrđena i visoka gustoća dlačica (Luk13)

(OIV 053). Odrasli list je vrlo mali. Jedinke populacija Paklenica, Psunj i Lukovdol imaju veću varijabilnost, pojavljuje se i srednja veličina lista (OIV 65). List je na svim lokalitetima većinom klinastog oblika, a na Krki i Psunju utvrđen je i pentagonalan oblik lista (OIV 067). List je većinom nenaboran (OIV 072) i trodijelan, osim na Lukovdolu gdje prevladava peterodijelan list (OIV 068). Većina *in situ* jedinki ima otvoren ili široko otvoren list 'U' oblika dna sinusa peteljke, a oblik 'V' je najmanje zastupljen (OIV 079, OIV 080). Intenzitet paučinastih dlačica na naličju odraslog lista u *sylvestris* jedinki varira, a većinom je odsutan ili nizak, osim na lokalitetu Psunj gdje dominira srednja gustoća dlačica (OIV 084).

Fenotip spola cvijeta bilo je moguće utvrditi za manji dio *true to type* skupa (47%). Na svim populacijama prevladavaju jedinke muškog tipa cvijeta (u ukupnom omjeru 2:1), osim na Gizdavcu gdje su utvrđene samo dvije jedinke, muška i ženska. S obzirom da je većina seta radi uvida u spol cvijeta, analizirana dodatno pomoću DNA APT3 markera, združeni podaci o spolu cvijeta opisani su u poglavlju 4.2.3.

Grozd *sylvestris* jedinki je većinom vrlo kratak ili kratak (80 – 120 mm), vrlo rastresit ili rastresit, a u populaciji Krka i Imotski utvrđen je srednje zbijen i zbijen grozd. Bobica je uvijek okrugla, plavo-crne boje, većinom bez antocijanskog obojenja mesa bobice i ima potpuno formiranje sjemenki (OIV 202 – OIV 241).

Tablica 4.1. Najčešće morfološke karakteristike *in situ sylvestris* jedinki

Populacija	Mladica	Mladi list				Odrasli list						OIV 084		
	OIV 001	OIV 002	OIV 004	OIV 007	OIV 051	OIV 053	OIV 065	OIV 067	OIV 068	OIV 072	OIV 079	OIV 080	OIV 081-1	OIV 084
	Oblik vrha	Antocijansko obojenje paučina stih dlačica vrha	Gustoća paučina stih dlačica vrh	Boja dorzalne strane internodija	Boja lica lista	Gustoća paučina stih dlačica naličju lista	Veličina plojke	Oblik plojke	Broj isječka	Nabornost plojke	Otvorenost sinusa peteljke	Oblik dna sinusa peteljke	Prisutnost zupca u sinusu peteljke	Gustoća paučina stih dlačica naličju lista
Paklenica	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (84%), malo (16%)	odsutna (74%), niska (19%), srednja (7%)	zelena (94%), zelena+c rvena(6%)	zelena (97%), bronča no crvena (3%)	odsutna (41%), niska (41%), srednja (18%)	vrlo mala (31%), mala (56%), srednja (13%)	klinast (100%)	tri (66%), pet (34%)	odsutna (69%), slaba (31%)	široko otvoren (25%), otvoren (75%)	U (44%), } (34%), V (22%)	odsutan (100%)	odsutna (38%), niska (38%), srednja (24%)
Imotski	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (60%), malo (30%), malo/potuno (10%)	odsutna (70%), niska (30%)	zelena (45%), zelena+c rvena(45%)	zelena (100%)	odsutna (18%), niska (82%)	vrlo mala (75%), mala (25%)	klinast (100%)	tri (83%), pet (17%)	odsutna (75%), slaba (25%)	široko otvoren (17%), otvoren (75%), preklopljen (8%)	U (67%), } (8%), V (25%)	odsutan (100%)	odsutna (25%), niska (67%), srednja (8%)
Lukovdol	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (86%), malo (14%)	odsutna (36%), niska (50%), srednja (7%), visoka (7%)	zelena (100%)	zelena (86%), žuta (14%)	odsutna (29%), niska (36%), srednja (29%), visoka (6%)	vrlo mala (46%), mala (27%), srednja (27%)	klinast (100%)	tri (27%), pet (73%)	odsutna (53%), slaba (47%)	široko otvoren (53%), otvoren (47%)	U (13%), } (67%), V (20%)	odsutan (100%)	odsutna (40%), niska (27%), srednja (33%)
Grab	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (100%)	niska (100%)	zelena (100%)	zelena (100%)	srednja (100%)	vrlo mala (100%)	klinast (100%)	pet (100%)	slaba (100%)	otvoren (100%)	} (100%)	odsutan (100%)	srednja (100%)

Tablica 4.1. nastavak 1

Populacija	Mladica	Mladi list				Odrasli list									
	OIV 001 Oblik vrha	OIV 002 Antocija nsko obojenje paučina stih dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučina stih dlačica vrh	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučina stih dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječa ka	OIV 072 Nabora nost plojke	OIV 079 Otvore nost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutn ost zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučina stih dlačica na naličju lista	
Krka	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (75%), malo (25%)	odsutna (88%), niska (12%)	zelena (100%)	zelena (75%), bronča na (25%)	odsutna (63%), niska (37%)	vrlo mala (44%), mala (56%)	klinast (67%), pentag onalan (33%)	tri (56%), pet (44%)	89% , 11% slaba	široko otvoren (56%), otvoren (44%)	U (22%),) (67%), V (11%)	odsutan (100%)	odsutna (67%), niska (22%), srednja (11%)	
Psunj	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (88%), malo (12%)	odsutna (59%), niska (35%), srednja (6%)	zelena (100%)	zelena (100%)	odsutna (3%), niska (59%), srednja (24%), visoka (14%)	vrlo mala (88%), mala (6%), srednja (6%)	klinast (94%), pentag onalan (6%)	tri (88%), pet (12%)	odsutna (100%)	široko otvoren (71%), otvoren (29%)	U (82%),) (6%) V (12%),	odsutan (100%)	odsutna (24%), niska (24%), srednja (52%)	
Gizdovac	<i>vinifera</i> (100%)	odsutno (100%)	odsutna (100%)	zelena+c rvena (100%)	zelena (100%)	niska (100%)	vrlo mala (100%)	klinast (100%)	tri (100%)	odsutna (50%), slaba (50%)	široko otvoren (100%)	U (100%)	odsutan (100%)	niska (100%)	

Tablica 4.1. nastavak 2

Populacija	Spol cvijeta	Grozd					
	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kože bobice	OIV 231 Antocijansko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Paklenica	M 13, F 6, nd 13	vrlo kratak do kratak 1, kratak 1	vrlo rastresit 1, rastresit 1	okrugla 2	plavo-crna 1, nd 1	odsutno 1, nd 1	potpuno 2
Imotski	M 7, F 4, nd 1	vrlo kratak 3, vrlo kratak do kratak 1	vrlo rastresit do rastresit 2, srednje zbijen 1, zbijen 1	okrugla 4	plavo-crna 4	odsutno 3, odsutno do slabo 1	potpuno 4
Lukovdol	M 1, nd 17						
Grab	nd 1						
Krka	M 4, F 2, nd 3	vrlo kratak 1	srednje zbijen 1	okrugla 1	plavo-crna 1	odsutno 1	potpuno 1
Psunj	M 3, F 1, nd 13						
Gizdovac	M 1, F 1	vrlo kratak do kratak, 1	vrlo rastresit do rastresit 1	okrugla 1	plavo-crna 1	odsutno 1	potpuno 1
nd, nije determinirano							

4.1.2. Uvometrijski podaci

Prosječne vrijednosti uvometrijskih karakteristika za 2017. i 2018. godinu prikazane su u tablici 4.2. Analizirano je ukupno 1395 *sylvestris* grozdova; 2017. godine sa šest jedinki (500 grozdova), a 2018. godine sa sedam jedinki (895 grozdova). Morfometrijske karakteristike izabrane 42 divergentne sorte kultivirane loze navedene su u prilogu 5.

Prosječna dužina *sylvestris* grozda kretala se u rasponu od 6,27 – 6,84 cm, a prosječna širina u rasponu od 3,44 – 4,14 cm. Prosječna masa *sylvestris* grozda u 2017. godini je iznosila 6,81 g, a tijekom 2018. godine 2,56 g. Grozd *sylvestris* u 2017. godini prosječno je brojao 17,29 bobica, a 2018. godine 7,43.

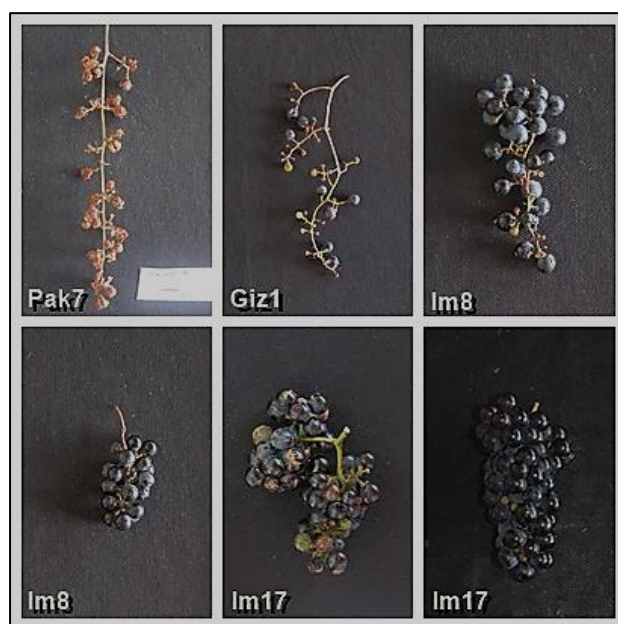
Tijekom 2017. godine prosječno najmanje dimenzije dužine i širine grozda utvrđene su kod Im3 (4,56 cm, 2,86 cm redom navođenja), a najveće dimenzije dužine i širine grozda kod Giz1 (9,48 cm, 5,28 cm, redom navođenja). Prosječno najmanja masa grozda (1,47 g) i broj bobica po grozdu (4,84), utvrđeni su za Giz1, a najveće vrijednosti mase i broja bobica kod Im17 (18,39 g; 37,45). Tijekom 2018. godine jedinka Im17 pokazala je grozd prosječno najmanjih dimenzija dužine (3,06 cm) i širine (2,69 cm), dok je jedinka Pak12 imala najveće prosječne dimenzije dužine i širine grozda (10,10 cm; 4,23 cm, redom navođenja), ali ujedno i najmanju masu (1,03 g) i broj bobica (3,67) te godine, slično kao u slučaju Giz1 prethodne, 2017. godine. Jedinka Im11 imala je prosječno najveću masu grozda (4,39 g) i broja bobica (12,65) tijekom 2018. godine.

4.1.3. Arhitektura grozda

Temeljem deskriptora OIV202 većina *sylvestris* jedinki je vrlo kratkih grozdova ili kratkih. Srednji i dugački grozdovi nisu utvrđeni. Prema OIV 204 grozdovi su uglavnom vrlo rastresiti (4 jedinke) ili rastresiti (2), a zabilježeni su i srednje zbijeni (2) te u slučaju Im17 i zbijen grozd (slika 4.1.). Jedinke veće zbijenosti grozdova utvrđene su na lokalitetima Imotski i Krka, dok su na lokalitetu Paklenica i Gizdovac bili uglavnom vrlo rastresiti. Bobice svih jedinki (OIV 223) bile su okrugle i plavo crne boje (OIV 225), bez antocijanskog obojenja mesa bobice (OIV 231) ili je ono bilo vrlo slabo (Im17). Uočeno je i nejednoliko dozrijevanje bobica na istom grozdu (Imotski). Formacija sjemenki bobica (OIV241) je potpuna u svih uzorkovanih jedinki.

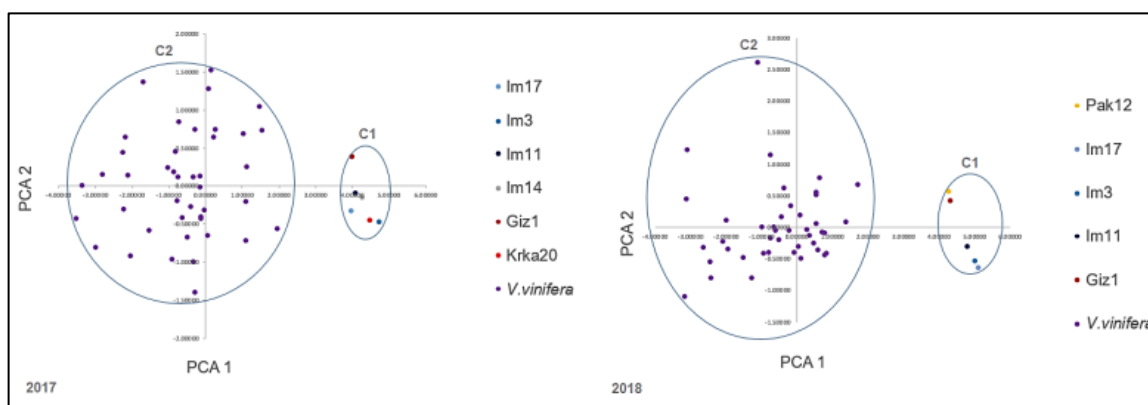
Tablica 4.2. Morfometrijske karakteristike grozdova istraživanih *sylvestris* jedinki u 2017. i 2018. godini

Uzorak	God	Br. grozd.	Dužina grozda (cm)			Širina grozda (cm)			Masa grozda (g)			Masa svježih peteljke (g)			Br.bobica/grozd			
			Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	
Pak12	2017	nd																
	2018	3	10.10	7.10	12.30	4.23	2.80	6.30	1.03	0.93	1.18	0.49	0.38	0.62	3.67	3.00	4.00	
Krka20	2017	101	5.66	1.60	11.20	3.18	1.70	7.60	6.42	0.72	22.12	0.48	0.03	11.80	19.20	2.00	58.00	
	2018	nd																
Giz1	2017	44	9.48	4.70	17.80	5.28	2.50	15.60	1.47	0.44	3.54	0.65	0.22	1.44	4.84	2.00	15.00	
	2018	81	9.24	3.50	19.60	4.20	1.60	9.00	1.88	0.49	6.96	0.58	0.12	1.48	6.37	2.00	35.00	
Im3	2017	38	4.56	2.60	7.90	2.86	1.70	5.80	1.51	0.34	4.18	0.34	0.08	0.78	7.08	2.00	15.00	
	2018	433	3.70	1.00	10.00	2.89	1.10	8.50	3.07	0.32	15.72	0.19	0.03	1.01	8.36	2.00	48.00	
Im11	2017	129	7.38	2.00	14.20	4.79	2.10	12.40	5.54	1.54	27.07	0.81	0.16	2.64	22.18	5.00	78.00	
	2018	288	5.23	1.60	10.90	3.16	1.40	6.70	4.39	0.65	17.58	0.24	0.03	0.84	12.65	2.00	41.00	
Im14	2017	55	6.88	3.30	10.20	4.10	2.40	7.70	7.52	1.77	16.96	0.79	0.31	1.46	12.96	4.00	23.00	
	2018	nd																
Im17	2017	133	7.05	2.60	11.60	4.60	2.30	10.90	18.39	2.75	49.61	0.89	0.11	2.72	37.45	7.00	100.00	
	2018	90	3.06	1.50	8.10	2.69	1.20	5.00	2.43	0.55	34.28	0.17	0.03	1.93	6.10	2.00	60.00	
Prosjek	2017	500	6.84	1.60	17.80	4.14	1.70	15.60	6.81	0.34	49.61	0.66	0.03	11.80	17.29	2.00	100.00	
	2018	895	6.27	1.00	19.60	3.44	1.10	9.00	2.56	0.32	34.28	0.33	0.03	1.93	7.43	2.00	60.00	



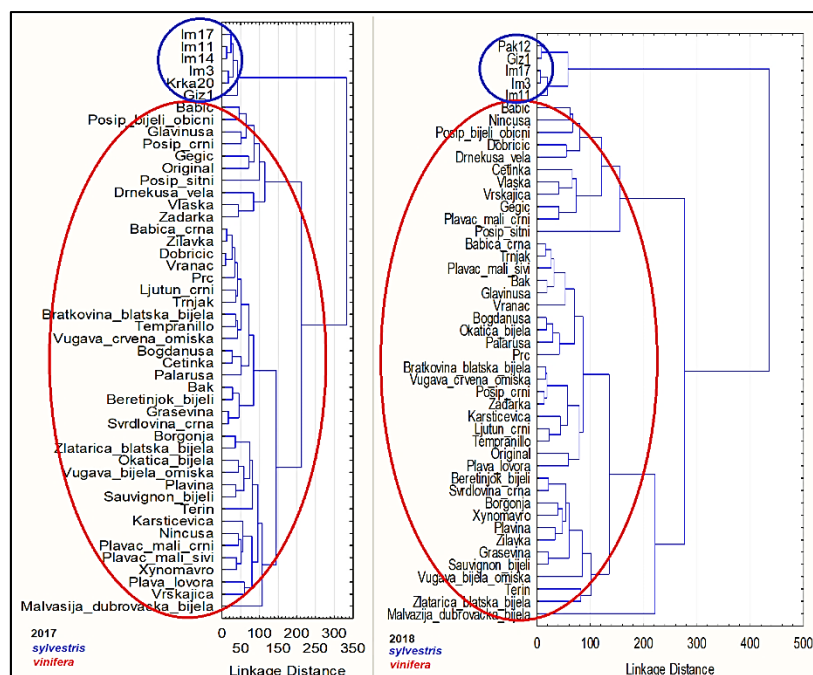
Slika 4.1. Razlike u stupnju zbijenosti grozda *sylvestris*

Grupiranjem jedinki na osnovi uvometrijskih podataka navedenih u tablici 4. 2. tijekom 2017. i 2018. godine, analiza glavnih komponenata (PCA) je u potpunosti razdvojila grupu *sylvestris* (C1) od *vinifera* (C2) bez preklapanja jedinki između grupa (slika 4.2.). Unutar grupe C1, međusobno su bliže grupirane jedinice većih i zbijenijih grozdova Imotski i Krka (donji dio klastera) u odnosu na rastresitije grozdove Gizdavca (2017., 2018. godine) i Paklenice (2018. godine) (gornji dio klastera).



Slika 4.2. PCA grupiranje *sylvestris* i *vinifera* na osnovi uvometrijskih podataka analizirano u programu Statistica

Na slici 4.3. prikazano je UPGMA klasteriranje jedinki na temelju uvometrijskih podataka te se vide dva jasno odvojena klastera bez preklapanja jedinki između grupa.



Slika 4.3. Grupiranje *sylvestris* i *vinifera* prema uvometrijskim podacima u 2017. i 2018. godini UPGMA metodom u programu Statistica

4.1.4. Fizikalno-kemijska analiza mošta

Prosječni sadržaj šećera u *sylvestris* jedinki tijekom 2017. i 2018. godine varirao je od 88 do 100,4 °Oe (tablica 4.3.). U obje godine najmanje nakupljanje šećera pokazao je genotip Im17 (75 – 97 °Oe), a najveće Im11 obje godine (od 106,33 – 107 °Oe). Kod sorata, najniži sadržaj šećera utvrđen je za sortu Bak 2017. godine (74,33 °Oe) i Babicu crnu 2018. godine (73,67 °Oe), a najviši u obje godine za sortu Malvazija dubrovačka bijela (122 – 126,33 °Oe) (prilog 6).

Prosječan pH mošta u *sylvestris* jedinki je tijekom dvije godine istraživanja varirao od 3,08 do 3,28. Minimalni pH 2017. godine utvrđen je za Im14 (2,96), a 2018. godine za Giz1 (2,86), maksimalni pH tijekom 2017. godine Im11 (4,07), a 2018. godine Im3 (3,26). U sorata je obje godine istraživanja najniži pH zabilježen za sortu Xynomavro (3,19 – 3,25), a najviši za sortu Plavina (4,17) 2017. godine te sortu Bak (4,07) 2018. godine.

Prosječni sadržaj ukupnih kiselina u *sylvestris* tijekom dvije godine je varirao od 7,93 g/l 2017. godine do 15,55 g/l 2018. godine. Minimalan prosječni sadržaj ukupnih kiselina

obje godine bio je kod jedinke Im11 (2017: 3 g/l, 2018: 8,3 g/l). Najviši prosječni sadržaj kiselina 2017. godine je kod jedinke Im14 (12,16 g/l), a 2018. godine kod Giz1 (24,57 g/l) i Im17 (20,94 g/l). Od sorata 2017. godine najniži sadržaj ukupnih kiselina je obje godine imala sorta Bak (2017: 2,37 g/l, 2018: 2,46 g/l), a najviši Beretinjok bijeli (8,1 g/l) 2017. godine i Xynomavro 2018. godine (7,6 g/l).

Tablica 4.3. Fizikalno-kemijska analiza mošta *sylvestris*

Uzorak	Godina	pH	Sadržaj šećera (°Oe)	Ukupne kiseline (g/l)
Krka20	2017	2.99	100.00	10.89
	2018			
Giz1	2017			
	2018	2.86	77.00	24.57
Im3	2017	3.29	100.00	3.23
	2018	3.26	93.66	8.42
Im11	2017	4.07	107.00	3.00
	2018	3.22	106.33	8.26
Im14	2017	2.96	98.00	12.16
	2018			
Im17	2017	3.08	97.00	10.39
	2018	2.99	75.00	20.94
Prosjek	2017	3.28	100.40	7.93
	2018	3.08	88.00	15.55

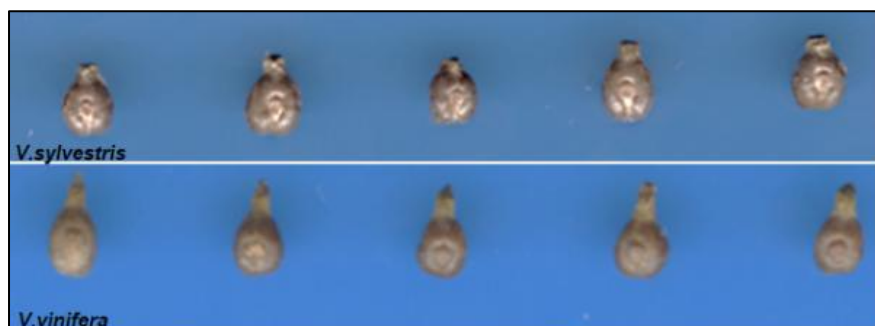
4.1.5. Morfološka analiza sjemenki

Morfološke karakteristike sjemenki analizirane su za osam ženskih *sylvestris* jedinki te tri genotipa sorata (tablica 4.4.) (slika 4.4.).

Dužina sjemenke *sylvestris* je prosječno varirala od 5,41 do 5,43 mm. Prosječna širina sjemenke *sylvestris* kretala se od 4,05 do 4,15 mm. Dužina kljuna sjemenke u *sylvestris* jedinki u prosjeku je varirala od 1,24 do 1,34 mm. Stummer indeks kao omjer širine i dužine sjemenki, u *sylvestris* jedinki je varirao između 75,25 i 76,99.

Tijekom 2017. godine je za jedinku Im3 zabilježena prosječno najkraća sjemenka (4,74 mm) i najkraći kljun (0,92 mm) te najveći Stummer indeks (83,79). Jedinka Im14 iste godine je imala prosječno najdužu sjemenku i kljun (5,84 mm, 1,67 mm, redom navođenja). Jedinka Im17 imala je 2017. godine prosječno najmanju širinu sjemenke i minimalan Stummer indeks (3,94 mm, 69,22). Tijekom 2018. godine Pak12 pokazala je minimalne prosječne vrijednosti za dužinu i širinu sjemenke i kljuna (4,92 mm, 3,94 mm, 0,85 mm, redom navođenja). Jedinka Pak7 imala je prosječno najdužu sjemenku (5,81 mm) i minimalnu vrijednost Stummer indeksa (72,01), a Giz1 najveću prosječnu širinu sjemenke i najveći Stummer indeks (4,46 mm, 82,70).

Statistički značajna razlika u dužini sjemenke zabilježena je tijekom obje godine istraživanja između dvije podvrste, a 2018. godine je bila značajna između svih analiziranih genotipova, neovisno o podvrsti. Širina sjemenki između *sylvestris* i *vinifera* tijekom 2017. godine nije bila statistički značajna između sorte Tempranillo i jedinki Im17 i Im3, te 2018. godine između sorte Tempranillo i jedinke Pak12. Vrijednost Stummer indeksa u obje godine statistički se značajno razlikovala između grupe *sylvestris* i *vinifera*.



Slika 4.4. Morfologija dorzalne strane sjemenki *sylvestris* i *vinifera*

Tablica 4.4. Morfološka analiza dorzalne strane sjemenki *sylvestris* i *vinifera* tijekom 2017. i 2018. godine

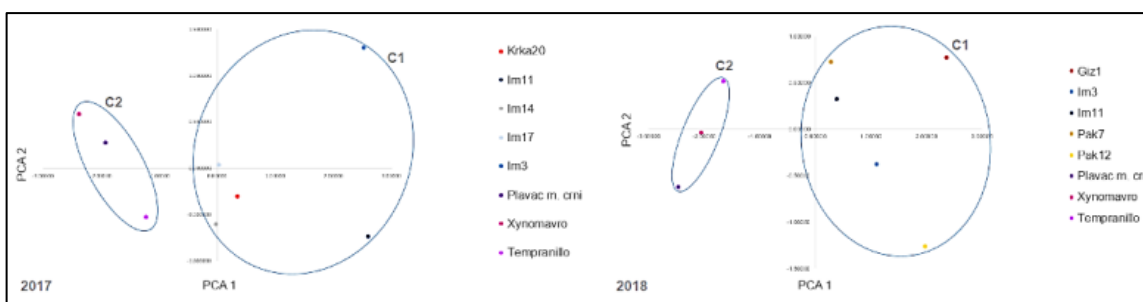
Uzorak	God.	Br.sjem	Dužina sjemenke (mm)				Širina sjemenke (mm)				Dužina kljuna sjemenke (mm)				Stummer indeks			
			Prosjeak	Min	Max		Prosjeak	Min	Max		Prosjeak	Min	Max		Prosjeak	Min	Max	
Pak12	2017	nd																
	2018	14	4.92	4.44	5.30	a	3.94	3.75	4.12	ab	0.85	0.58	1.20	a	80.17	75.80	85.56	d
Pak7	2017	nd																
	2018	30	5.81	5.23	6.44	e	4.18	3.73	4.70	d	1.53	0.96	2.38	b	72.01	57.87	79.30	c
Krka20	2017	90	5.67	5.15	6.41	A	4.03	3.49	4.63	B	1.55	0.82	2.31	A	71.32	55.90	86.49	E
	2018	nd																
Giz1	2017	nd																
	2018	30	5.41	4.72	6.41	c	4.46	3.86	5.19	g	0.89	0.41	1.89	a	82.70	70.49	93.18	d
Im3	2017	30	4.74	4.23	5.46	C	3.96	3.57	4.32	AB	0.92	0.34	1.80	C	83.79	65.41	96.36	C
	2018	90	5.28	4.52	6.01	b	4.06	3.45	4.68	bc	1.37	0.58	2.44	c	76.96	64.39	89.78	e
Im11	2017	90	5.19	4.56	5.88	D	4.27	3.70	4.82	E	1.10	0.34	2.02	D	82.45	71.45	96.76	C
	2018	90	5.64	4.94	6.47	d	4.12	3.29	4.72	cd	1.58	0.92	2.24	b	73.12	59.28	83.73	c
Im14	2017	90	5.84	5.26	6.85	E	4.05	3.56	4.85	B	1.67	1.02	2.31	E	69.48	54.89	84.89	B
	2018	nd																
Im17	2017	90	5.71	4.63	6.47	A	3.94	3.45	4.65	A	1.46	0.58	2.52	A	69.22	56.77	80.52	B
	2018	nd																
Plavac mali	2017	90	6.02	5.26	6.81	B	3.80	3.12	4.45	D	2.34	1.09	3.66	B	63.14	51.66	74.08	A
	2018	90	5.96	5.26	6.54	f	3.52	2.96	4.23	e	2.43	1.74	3.40	f	59.14	48.51	70.80	a
Xynomavro	2017	90	6.10	5.48	6.74	B	3.70	3.22	4.26	C	2.33	1.56	3.20	B	60.81	49.78	73.55	D
	2018	90	6.09	5.45	6.83	g	3.68	2.90	4.15	f	2.19	1.40	3.10	e	60.52	47.38	72.54	a
Tempranillo	2017	90	6.20	5.38	6.82	F	3.93	3.26	4.68	A	1.82	1.02	2.78	F	63.49	50.00	76.55	b
	2018	90	6.21	5.42	6.99	h	3.83	3.07	4.61	a	1.94	1.19	2.92	d	61.74	50.13	80.10	A

Tablica 4.4. nastavak

Uzorak	God.	Dužina sjemenke (mm)			Širina sjemenke (mm)			Dužina kljuna sjemenke (mm)			Stummer indeks		
		Prosjeak	Min	Max	Prosjeak	Min	Max	Prosjeak	Min	Max	Prosjeak	Min	Max
<i>Sylvestris</i>	2017	5.43	4.23	6.85	4.05	3.45	4.85	1.34	0.34	2.52	75.25	54.89	96.76
	2018	5.41	4.44	6.47	4.15	3.29	5.19	1.24	0.41	2.44	76.99	57.87	93.18
<i>Vinifera</i>	2017	6.11	5.26	6.82	3.81	3.12	4.68	2.16	1.02	3.66	62.48	49.78	76.55
	2018	6.09	5.26	6.99	3.68	2.90	4.61	2.19	1.19	3.40	60.47	47.38	80.10

Fisher-ovim testom vrijednosti su prikazane kao LSD uz $p \leq 0,05$; velika slova u stupcima označavaju značajne razlike u 2017., a mala slova u stupcima, značajne razlike u 2018. godini

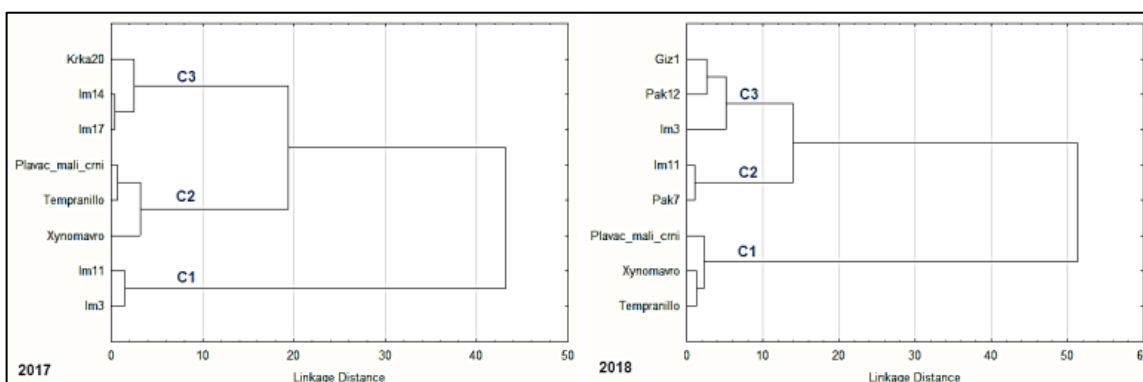
Grupiranje jedinki na osnovi morfoloških karakteristika sjemenki provedeno je analizom glavnih komponentata (PCA). PCA je u obje godine jasno razdvojila sjemenke *sylvestris* (C1) u odnosu na *vinifera* (C2). Jedinke Im14 i Im17 grupirale su se bliže sortama u 2017. godini (slika 4.5.). Tijekom 2018. godine jedinke Im3 i Im11 koje su u 2017. bile svrstane dalje od *vinifera*, pokazale su tendenciju grupiranja prema *vinifera*, a bliže sortama se svrstala i jedinka Pak7. Jedinke Giz1 i Pak12 potpuno su udaljene od *vinifera*. Obje godine sorta Tempranillo, grupirana je bliže *sylvestris* jedinkama. Sorta Tempranillo je jedina sorta koja nije pokazala značajnu razliku u širini sjemenke u odnosu na *sylvestris* jedinke Im17 i Im3 2017. godine i Pak12 2018. godine.



Slika 4.5. PCA grupiranje sjemenki *sylvestris* i *vinifera* analizirano u programu Statistica

Grupiranje jedinki Ward dendrogramom u obje godine je razdvojilo jedinke u tri klastera (slika 4.6.). U grupiranju 2017. godine, *sylvestris* jedinke formirale su klaster (C1 i C3) dok je klaster *vinifera* (C2) smješten između *sylvestris* klastera.

Dendrogram 2018. godine jasnije je razdvojio *vinifera* (C1) od *sylvestris* (C2 i C3) klastera.



Slika 4.6. Grupiranje *sylvestris* i *vinifera* na osnovi morfologije sjemenki u 2017. i 2018. godini putem Ward metode u programu Statistica

4.2. DNA analize

U prilogu 7 prikazani su genetski profili na 24 SSR lokusa istraživanih jedinki ukupnog *sylvestris* skupa sa sedam *in situ* lokaliteta na području Hrvatske. U prilogu 8 navedeni su genetski profili na 24 nSSR lokusa *sylvestris* sjemenjaka.

4.2.1. Analiza genetske raznolikosti *sylvestris* u Hrvatskoj

Pokazatelji genetske raznolikosti izračunati su na pročišćenom skupu od 91 *sylvestris* jedinke za 24 mikrosatelitna lokusa (tablica 4.5.). Prosječan broj alela po lokusu kretao se od četiri do jedanaest s prosjekom 7,71. Najveći efektivni broj alela (N_e) zabilježen je za lokus VVS2 (6,49) koji ima i najveći Shannon indeks (2,05). Najmanja vrijednost N_e utvrđena je za lokus VVIN73, ujedno i lokus s najmanjim vrijednostima za Shannon indeks i pokazatelje heterozigotnosti. Najveće vrijednosti svih pokazatelja heterozigotnosti (H_e ; uH_e ; H_o), zabilježene su za lokus VVS2. Ukupna opažena heterozigotnost istraživanog skupa ($H_o=0,60$) u prosjeku je bila niža od očekivane heterozigotnosti ($H_e=0,66$). Najviši fiksacijski indeks (F), frekvencija pojave nul alela (F_{nul}) te značajno odstupanje od Hardy-Weinberg ravnoteže (HWE), zabilježeni su za lokus VVIP31 ($F=0,330$). Najmanja F vrijednost bila je negativna te zabilježena za lokus VVIB01 (-0.091). Fiksacijski indeks u većine je lokusa kao i cjelokupan skup bio pozitivnog predznaka. Negativne F vrijednosti, zabilježene su za četiri lokusa: VVS2, VVMD27, VVIQ52 i VVIB01. Lokusi najviših vrijednosti informacijskog sadržaja polimorfizma (PIC), bili su VVS2, VVIV67 i VVIP31. Vrijednost vjerojatnosti identiteta (PI) najveća je bila za lokus VVIN73, a najmanja za lokus VVS2.

Tablica 4.5. Pokazatelji genetske raznolikosti i informativnosti na pročišćenom *in situ sylvestris* skupu na 24 SSR lokusa: broj analiziranih jedinki (N), broj alela po lokusu (Na), broj efektivnih alela po lokusu (Ne), informacijski indeks (I), opažena heterozigotnost (Ho), očekivana heterozigotnost (He), nepristrana očekivana heterozigotnost (uHe), informacijski sadržaj polimorfizma (PIC), vjerojatnost identiteta (PI), fiksacijski indeks (F), nul aleli (Fnul) odstupanje od Hardy-Weinberg ravnoteže (HWE)

Locus	Raspon alela	N	Na	Ne	I	Ho	He	uHe	PIC	PI	F	Fnul	HWE
VVS2	131 - 157	90	11	6.49	2.05	0.86	0.85	0.85	0.83	0.04	-0.011	-0.007	NS
VVMD7	239-265	90	9	4.70	1.78	0.78	0.79	0.79	0.76	0.07	0.012	0.009	NS
VVMD27	180-195	90	7	2.24	1.21	0.56	0.55	0.56	0.53	0.22	-0.002	-0.014	NS
VVMD5	224-248	90	9	4.05	1.61	0.71	0.75	0.76	0.72	0.10	0.055	0.028	NS
VVMD25	239-267	85	6	3.52	1.47	0.68	0.72	0.72	0.68	0.12	0.047	0.024	NS
VVMD28	219-268	86	11	3.50	1.67	0.59	0.71	0.72	0.69	0.11	0.169	0.091	NS
VVMD32	240-272	89	7	2.25	1.14	0.51	0.55	0.56	0.52	0.23	0.089	0.049	NS
VVIQ52	76-84	89	5	1.95	0.91	0.49	0.49	0.49	0.44	0.31	-0.014	0.005	NS
VVIP31	173-195	91	11	5.54	1.92	0.55	0.82	0.82	0.80	0.06	0.330	0.200	**
VVIP60	306-332	90	8	4.33	1.62	0.57	0.77	0.77	0.73	0.09	0.263	0.151	*
VMC1B11	167-195	90	8	3.02	1.39	0.63	0.67	0.67	0.62	0.16	0.053	0.023	NS
VMC4F3.1	165-206	90	9	2.95	1.32	0.49	0.66	0.66	0.61	0.17	0.260	0.153	**
VVIH54	149-179	89	10	3.71	1.55	0.70	0.73	0.73	0.69	0.12	0.047	0.016	NS
VVIV67	359-383	81	10	6.15	1.99	0.73	0.84	0.84	0.82	0.05	0.130	0.065	NS
VVIB01	287-306	89	6	2.48	1.07	0.65	0.60	0.60	0.52	0.24	-0.091	-0.052	NS
VVMD24	204-215	89	7	2.55	1.33	0.58	0.61	0.61	0.58	0.18	0.039	0.008	NS
VVMD21	244-257	90	5	2.18	0.98	0.53	0.54	0.54	0.47	0.28	0.015	0.000	NS
VVIN16	147-157	91	5	3.30	1.30	0.69	0.70	0.70	0.64	0.15	0.007	0.006	NS
VVIN73	260-268	80	4	1.62	0.73	0.36	0.38	0.39	0.35	0.41	0.054	0.007	NS
VVIV37	150-174	91	7	2.75	1.36	0.60	0.64	0.64	0.61	0.16	0.051	0.008	NS
VRZAG79	237-259	88	10	2.35	1.32	0.48	0.57	0.58	0.55	0.21	0.168	0.102	NS
VRZAG62	188-204	91	6	2.64	1.25	0.56	0.62	0.63	0.57	0.19	0.099	0.069	NS
VRZAG83	170-201	89	5	2.36	1.08	0.55	0.58	0.58	0.52	0.23	0.045	0.015	NS
VRZAG67	121-160	89	9	3.29	1.41	0.66	0.70	0.70	0.65	0.14	0.047	0.021	NS
Prosjek		88.63	7.71	3.33	1.39	0.60	0.66	0.66	0.62	0.00	0.078	-	-

Pokazatelji genetske raznolikosti *sylvestris* populacija, prikazani su u tablici 4.6. Pokazatelji genetske raznolikosti populacija na temelju 20 SSR lokusa izračunati su za: pročišćeni *sylvestris* skup (91 jedinka), skup sorata (152) i loznih podloga (7), ali su iz *sylvestris* skupa izostavljeni lokaliteti Gizdavac i Grab zbog premalog broja jedinki (2 i 1, redom navođenja) pa je *sylvestris* skup sadržavao ukupno 88, a ukupan skup 247 jedinki.

Genetska raznolikost *vinifera* veća je prema većini pokazatelja u odnosu na *sylvestris* u ovom istraživanju. Prosječan broj alela po lokusu (N_a) bio je veći u *vinifera* (10,20) nego u *sylvestris* gdje je varirao od 4,10 (populacija Imotski) do 5,45 u populaciji Paklenica. Prosječni broj efektivnih alela (N_e) u skupu iznosio je 3,14, a u *vinifera* (4,35) i podloga (3,53) te bio viši od svih *sylvestris* populacija. Ukupna prosječna opažena heterozigotnost (H_o) istraživanog skupa iznosila je 0,65 te je viša od prosječne očekivane heterozigotnosti; $H_e=0,63$. H_o vrijednost najveća je za skup *vinifera* (0,76), potom za populaciju Imotski (0,72) te podloge (0,68), a najmanja za populaciju Lukovdol (0,54). Vrijednost *inbreeding* koeficijenta (F) za istraživani skup je negativnog predznaka (-0,038). Najmanji F zabilježen je za populacije Imotski i Krka, podloge te skup *vinifera* (redom navođenja), a pozitivni F je najveći kod populacije Lukovdol.

Tablica 4.6. Genetska raznolikost *sylvestris* populacija u Hrvatskoj na osnovi pročišćenog skupa ($n=88$) u usporedbi sa skupom sorata ($n=152$) i podloga ($n=7$) na 20 SSR lokusa. Populacije Grab i Gizdavac su izostavljene iz analize zbog malog broja jedinki.

Populacija		N	N_a	N_e	I	H_o	H_e	uH_e	F
Paklenica	Prosjek	31.80	5.45	3.09	1.25	0.62	0.63	0.64	0.002
	SE	0.12	0.34	0.24	0.08	0.04	0.04	0.04	0.035
Imotski	Prosjek	12.00	4.10	2.74	1.11	0.72	0.61	0.63	-0.183
	SE	0.00	0.30	0.17	0.06	0.03	0.02	0.02	0.034
Lukovdol	Prosjek	16.60	4.20	2.49	1.02	0.54	0.55	0.57	0.028
	SE	0.53	0.28	0.21	0.07	0.04	0.03	0.03	0.051
Krka	Prosjek	8.80	4.70	3.02	1.22	0.65	0.62	0.66	-0.057
	SE	0.12	0.36	0.22	0.09	0.05	0.04	0.04	0.051
Psunj	Prosjek	16.40	4.45	2.78	1.14	0.60	0.61	0.63	0.023
	SE	0.26	0.30	0.19	0.07	0.05	0.03	0.03	0.062
<i>Vinifera</i>	Prosjek	149.60	10.20	4.35	1.64	0.76	0.73	0.73	-0.040
	SE	1.12	0.78	0.38	0.09	0.03	0.03	0.03	0.011
Lozne podloge	Prosjek	6.35	4.80	3.53	1.30	0.68	0.65	0.70	-0.042
	SE	0.36	0.47	0.38	0.11	0.07	0.05	0.05	0.069
Ukupno	Prosjek	34.51	5.41	3.14	1.24	0.65	0.63	0.65	-0.038
	SE	4.04	0.23	0.11	0.04	0.02	0.01	0.01	0.019

SE, standardna pogreška (*standard error*)

4.2.2. Privatni aleli i aleli veće frekvencije u skupu *sylvestris*

Bogatstvo privatnih alela izračunato je na skupu od 250 jedinki razvrstanih u tri grupe (91 jedinka pročišćenog *sylvestris* skupa te skup *vinifera* od 152 *genotipa* i skup podloga 7 *genotipova*).

Popis utvrđenih privatnih alela (PA) naveden je u tablici 4.7. Prosječan broj privatnih alela po lokusu bio je najmanji kod skupine *sylvestris* (0,6), a najviši kod *vinifera* (2,8). Unutar istraživanog skupa, utvrđeno je 12 PA kod *sylvestris* na devet od 20 SSR lokusa; kod *vinifera* je utvrđeno 56 PA na 16 od 20 SSR lokusa, a u loznih podloga je zabilježen 41 PA na 16 od 20 SSR lokusa. Od 12 *sylvestris* PA, šest ih je bilo uočeno u samo jednoj od *sylvestris* populacija: VVMD7 (257), VVlq52 (85), VMC4f3.1 (206) i VVlh54 (151, 157, 161).

Tablica 4.7. Popis privatnih alela s pripadajućim frekvencijama) po populaciji utvrđenih analizom pročišćenog *sylvestris* i skupa od 159 divergentnih *genotipova vinifera* i loznih podloga

Lokus	<i>Sylvestris</i> (91)	<i>Vinifera</i> (152)	Podloge (7)
VVS2	155 (0.050)	123 (0.003), 133 (0.072)	
VVMD7	257 (0.017)	235 (0.003), 241 (0.049), 243 (0.010), 249 (0.003), 253 (0.010)	229 (0.143)
VVMD27	183 (0.089)	171 (0.007), 179 (0.016)	193 (0.071), 195 (0.071), 199 (0.214), 201 (0.143), 203 (0.214), 207 (0.071)
VVMD5		226 (0.003)	262 (0.214), 264 (0.214)
VVMD25		241 (0.010), 243 (0.007), 251 (0.003)	235 (0.429), 245 (0.143)
VVMD28	262 (0.165)	226 (0.105), 258(0.010), 276 (0.046)	214 (0.071), 218 (0.286), 230 (0.071), 240 (0.143)
VVMD32		258 (0.023), 274 (0.007)	235 (0.083), 237 (0.083), 254 (0.167), 260 (0.667)
VVlq52	85 (0.006)	87 (0.017)	
VVlp60		316 (0.010), 326 (0.007), 328 (0.034)	305 (0.357), 307(0.500)
VMC1b11		178 (0.030), 196 (0.010)	180 (0.143), 192 (0.143)
VMC4f3.1	203 (0.039), 206 (0.006)	162 (0.007), 164 (0.153), 169 (0.007), 173 (0.003), 179 (0.007), 182 (0.003), 205 (0.053), 207 (0.020), 224 (0.003)	212 (0.143), 232 (0.286), 242 (0.143)

Tablica 4.7. nastavak

Lokus	<i>Sylvestris</i> (91)	<i>Vinifera</i> (152)	Podloge (7)
VVlh54	151 (0.006), 157 (0.006), 161 (0.028)	139 (0.004), 147 (0.004), 158 (0.007), 159 (0.007), 166 (0.042), 175 (0.004), 186 (0.004)	
VVlv67	375 (0.074)	334 (0.003), 349 (0.013), 362 (0.013), 376 (0.003), 386 (0.007)	324 (0.100), 340 (0.200), 342 (0.100), 343 (0.400), 350 (0.100), 364 (0.100)
VVMD21	249 (0.033)	255 (0.136), 263 (0.010)	218 (0.417)
VVln73		256 (0.141), 267 (0.003)	
VVlv37		155 (0.122), 163 (0.004), 165 (0.011), 169 (0.004), 171 (0.008), 175 (0.004), 177 (0.015)	145 (0.286)
VVlp31			198 (0.143), 204 (0.071), 210 (0.143)
VVlb01			284 (0.214)
VVMD24			200 (0.143), 202 (0.071)
VVln16			173 (0.400)
Ukupno PA=109	12	56	41

Grafički pregled frekvencija alela po svim lokusima prikazan je u prilogu 9. Ukupno su utvrđena 62 alela veće frekvencije za grupu *sylvestris* u odnosu na grupu *vinifera* i lozne podloge na 20 SSR lokusa. Najviše '*sylvestris* specifičnih' alela za istraživani skup utvrđeno je na lokusima VVS2 (šest alela), VVIP31 (šest) i VVIN67 (pet), a najmanje na lokusima VVMD7, VVIN16 i VVIN73 (po jedan alel). Arbitrano odabrana frekvencija alela veća od 0,3 (pr. Snoussi i sur., 2004; Cunha i sur., 2010) za *sylvestris* grupu i manja od 0,3 za ostale grupe, utvrđena je na 15 alela na lokusima: VVMD7 (261), VVMD27 (185), VVMD5 (224), VVMD25 (247), VVMD28 (234), VVMD32 (240), VVIP60 (303), VMC1b11 (165, 167), VMC4f3.1 (177), VVIH54 (163), VVIB01 (288), VVMD24 (210), VVIN16 (157), VVIV37 (149).

4.2.3. Marker APT3 i spol cvijeta

Spol cvijeta na pojedinim lokalitetima (Psunj, Lukovdol, Grab) je znatno manje utvrđen ili nije utvrđen (53% analiziranog skupa) jer su jedinke na ovim lokalitetima jako visoke (pretpostavljeno više od 10 – 15 metara), a njihov cvijet često sakriven među lišćem. Sa zemlje nije bilo moguće sa sigurnošću utvrditi tip cvijeta. Dodatno, kod nekih jedinki nije uopće bilo zametnutih cvijetova pa i kod takvih nije bilo moguće utvrditi spol. Muški spol cvijeta zabilježen je na 29 jedinki (67%), a ženski spol na 14 jedinki (33%). Na lokalitetima prevladavaju muške jedinke.

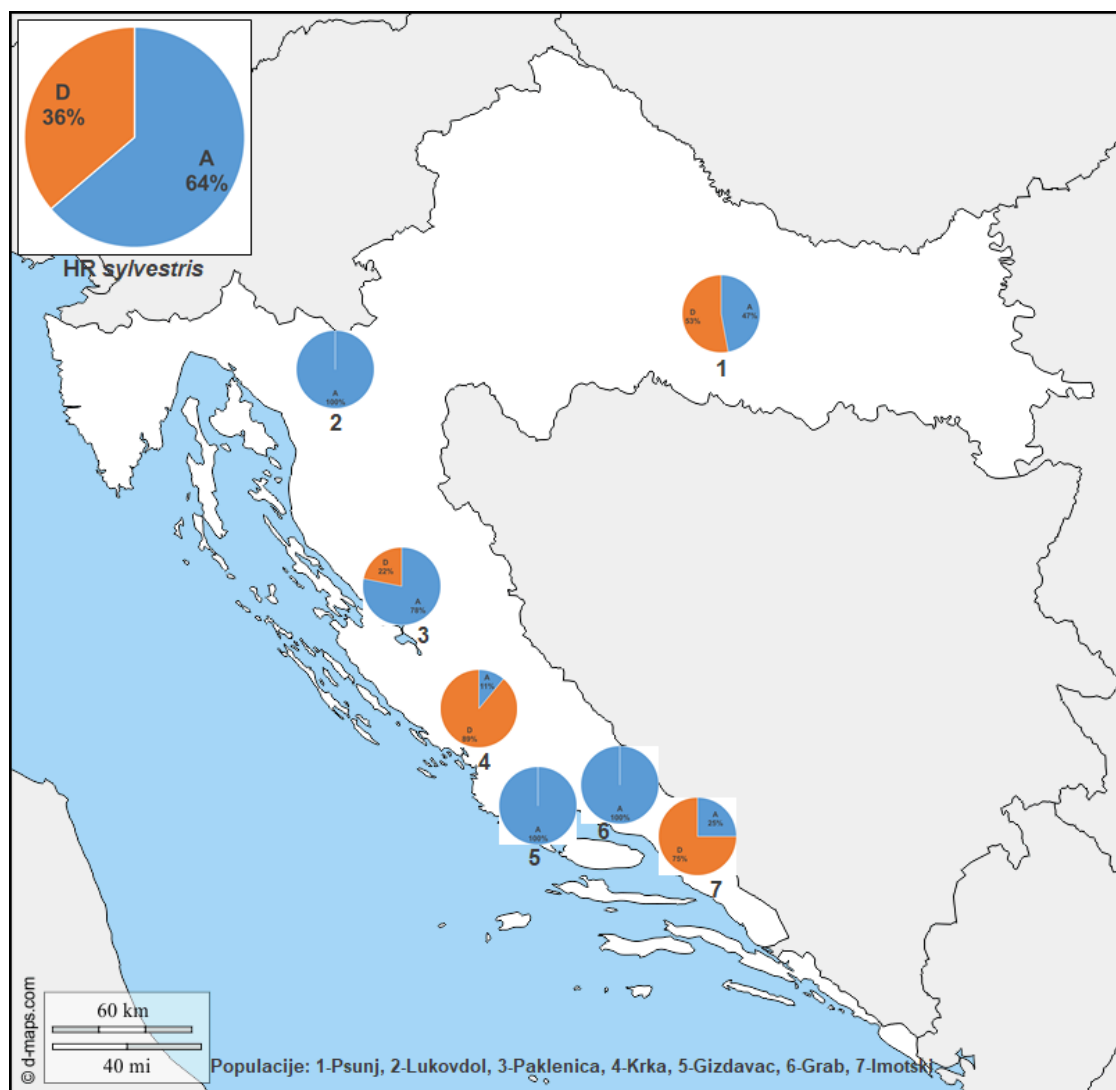
Genetskom analizom pomoću DNA APT3 markera za spol cvijeta, gotovo sve jedinke muškog fenotipa cvijeta (89%), na APT3 markeru su imale alelnu kombinaciju 266/397/466, osim tri jedinke alelne kombinacije 266/466 (prilog 10). Jedinke ženskog fenotipa cvijeta sve su imale homozigotni genotip 266/266. Za jedinku Im11 utvrđen je muški fenotip cvijeta i alelna kombinacija 266/397/466, ali je ubrano grožđe s ovog genotipa u obje godine istraživanja. Vjerojatno se radi o pomiješanosti grana dvije ili više individua. Ovakva je situacija specifična za Modro jezero jer trsovi rastu isprepleteni horizontalno na kamenoj površini. Jedinke u kojih nije bio vidljiv cvijet, većinom imaju alelnu kombinaciju 266/397/466 (22 jedinke), potom 266/266 (17 jedinki) te genotip 266/466 (devet jedinki). U prilogu 10 prikazani su rezultati za spol cvijeta kod istraživanih *sylvestris* jedinki.

APT3 alelne kombinacije spola cvijeta sjemenjaka prikazane su u prilogu 11. Fenotip spola cvijeta sjemenjaka nije bilo moguće vizualno ocijeniti. Sjemenjaci su u vrijeme evaluacije bili u juvenilnom stadiju. Najčešći genotip sjemenjaka na markeru APT3 bio je alelne kombinacije 266/397/466 kod 33 sjemenjaka ujedno i najčešće alelne kombinacije *in situ* muških jedinki, potom 266/397 zabilježen u 27 sjemenjaka, koji u toj kombinaciji nije bio zabilježen u *in situ* jedinki te 266/266 genotip kod šest sjemenjaka, ujedno i najčešći genotip ženskih *in situ* jedinki. Jedan sjemenjak bio je genotipa 266/336/397 koji nije utvrđen u *in situ* jedinki.

4.2.4. Analiza klorotipova

Analiza kloroplastne DNA (cpSSR) provedena je za ukupni i pročišćeni *sylvestris* skup (prilog 12) te za skup *sylvestris* sjemenjaka (prilog 13). Na lokalitetima Gizdavcu, Grabu i Lukovdolu u potpunosti je prisutan klorotip A te isti dominira i na Paklenici: A (78%), D (22%). Klorotip D prevladava na lokalitetima Krka (89%), Imotski (75%) i Psunj (53%). Ukupno gledano, pročišćeni skup sastojao se od klorotipa: A (64%) i D (36%) (slika 4.7.)

Svi *sylvestris* sjemenjaci i njihove majčinske biljke imali su klorotip A te je kod sjemenjaka s Paklenice, kojima su utvrđeni i ženski i muški roditelj (Pak29 i Pak28), bilo potvrđeno majčinsko nasljeđivanje klorotipa.



Slika 4.7. Distribucija klorotipova pročišćenog *sylvestris* skupa po populacijama u Hrvatskoj (www.d-maps.com)

4.2.5. Roditeljska analiza

Roditeljska analiza provedena je za 40 F1 *sylvestris* sjemenjaka radi određivanja očinskog genotipa uz poznat majčinski genotip. Od ukupno 40 sjemenjaka, puno roditeljstvo rekonstruirano je za devet jedinki porijeklom s dva lokaliteta (Gizdavac i Paklenica). Osam sjemenjaka je porijekom s lokaliteta Paklenica, a jedan sjemenjak (SjGiz4) s Gizdavca (tablica 4.8.). Očinski genotip sjemenjaka populacije Gizdavca je ujedno i jedina muška *sylvestris* jedinka utvrđena na ovom lokalitetu, udaljena oko 100 metara od majčinske jedinke sjemenjaka. Za preostala 24 sjemenjaka Gizdavca (96% jedinki) nije bilo moguće determinirati očinsku biljku. Za osam od 15 sjemenjaka s Paklenice (svi sjemenjaci majčinskog genotipa Pak29) određen je otac podudaranjem na svih 20 SSR lokusa te je za sve utvrđen očinski genotip Pak28, udaljen nekoliko metara od majčinske biljke. Kritična LOD vrijednost za analizu očinstva iznosila je 3,81 uz pouzdanost 95%, no pri utvrđenom očinskom genotipu LOD vrijednosti su bile više od 18.

Radi utvrđivanja roditeljstva između jedinki *sylvestris* te uvida u protok gena između *sylvestris* i *vinifera* u programu Cervus je provedena analiza roditeljskog para. Iako nije utvrđen niti jedan pouzdani trio, uočena je velika genetska sličnost i povezanost između jedinki iste populacije, i to jedinki koje često fizički rastu jedna blizu druge.

Tablica 4.8. Analiza očinstva F1 *sylvestris* sjemenjaka

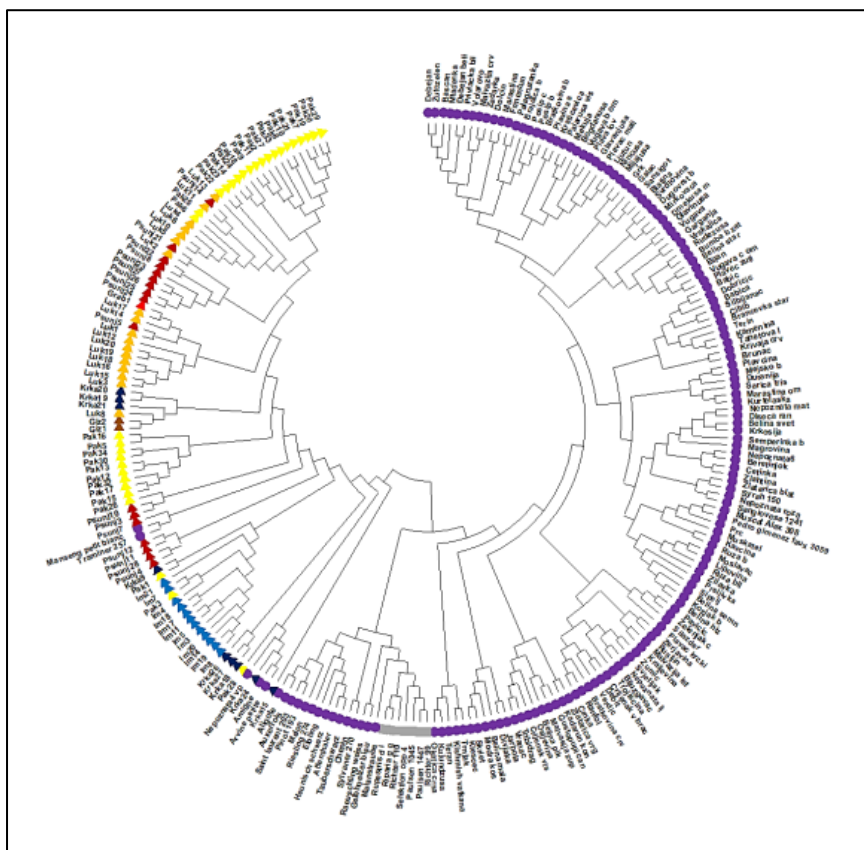
Majka	Klorotip	Otac	Klorotip	F1		Nepodudarni/	
				potomak	Klorotip	ukupno SSR	LOD
Giz1	A	Giz2	A	SjGiz4	A	0/19	18.87
Pak29	A	Pak28	D	SjPak11	A	0/20	22.16
				SjPak12	A	0/20	23.10
				SjPak13	A	0/20	19.56
				SjPak14	A	0/20	22.46
				SjPak15	A	0/20	20.95
				SjPak16	A	0/20	22.11
				SjPak17	A	0/20	19.05
				SjPak18	A	0/20	20.74

4.2.6. Struktura *sylvestris* populacija u Hrvatskoj

Klaster analiza pročišćenog *sylvestris* skupa

Metodom sparivanja susjeda (Neighbour joining) provedena je klaster analiza na ukupnom i pročišćenom *sylvestris* skupu sa skupom od 159 *vinifera* i podloga na 20 SSR lokusa. Hijerarhijsko klasteriranje na temelju matrice parova udaljenosti, razdvojilo je tri glavne grupe: *vinifera*, *sylvestris* i podloge. Pročišćeni *sylvestris* skup prikazan je na slici 4. 8. Na filogenetskom stablu pročišćenog skupa vidljiva su dva glavna *vinifera* podgrupiranja koja ugrubo prate geografsku distribuciju sorata: u gornjem i desnom dijelu stabla grupirane su pretežito hrvatske autohtone sorte. Pri vrhu stabla je sorta Plavac mali crni, a pri dnu hrvatskog skupa sorta Tribidrag, sorte s najvećim brojem roditelj-potomak veza oko kojih je uglavnom grupiran dalmatinski sortiment. Unutar hrvatskog sortimenta formiran je jedan manji podklaster sorata stranog porijekla: Syrah, Sangiovese, Muškat aleksandrijski i Pedro gimenez faux. Pri kraju hrvatskog skupa je jedan manji podklaster sorata sjevernog Jadrana, Istre, sjeverozapadne Hrvatske i Dalmacije. Druga *vinifera* grupa sastavljena je uglavnom od zapadnoeuropskih sorata. Ovdje se, izdvojene u podklaster kod zapadnih sorata, nalaze grupirane i sve lozne podloge. Zaseban manji klaster čine dvije sorte zapadne Europe, jedna sorta hrvatske *vinifera* iz Istre ('Nepoznata 4') te *sylvestris* jedinke (Krka24, Pak28), a u blizini je izdvojena i *sylvestris* jedinka Krka25.

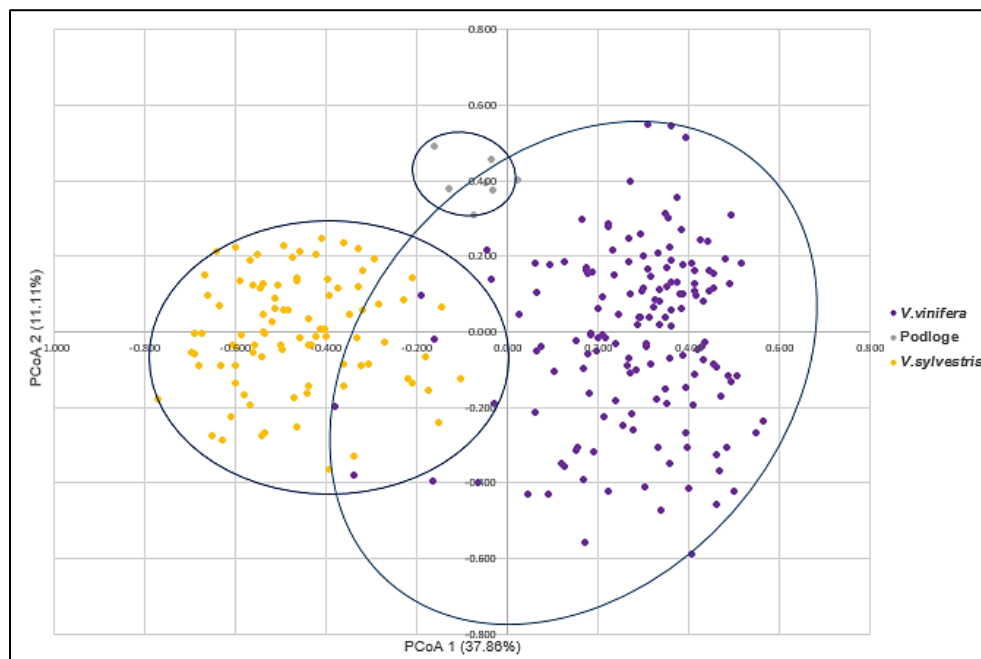
Glavni *sylvestris* klaster, okvirno je podijeljen u dvije grupe prema zemljopisnom porijeklu. Prvu skupinu čine uglavnom populacije južne i dijela sjeverne Dalmacije (populacija Paklenica), a drugu skupinu jedinke kontinentalnih populacija i preostali, veći dio sjeverno-dalmatinske populacije Paklenica. Prvi *sylvestris* podklaster sadržavao je većinom jedinke populacije Imotski te manji broj jedinki populacija Paklenica i Krka. Sedam jedinki kontinentalne populacije Psunja grupiralo se u zaseban podklaster kod grupe Imotski, u ovom podklasteru su dvije sorte, Manseng i Traminac. Deset jedinki populacije Paklenica formiralo je zaseban podklaster bez prisutnosti jedinki drugih populacija. Potom je manji podklaster jedinki populacija Gizdavca, Krke i Lukovdola nakon kojeg su četiri veća podklastera: prvi pretežito sastavljen od jedinki Lukovdola (ali i jedinke Psunja i Graba), drugi pretežito jedinke populacije Psunj (i jedna jedinka populacije Lukovdol), treći podklaster čine miješane jedinke populacija Lukovdol, Paklenica i jedna sa Psunja, a četvrti podklaster čini većina jedinki populacije Paklenica bez prisutnosti jedinki drugih populacija. Ukupno su temeljem NJ grupiranja utvrđene četiri jedinke miješanog (*admixed*) porijekla pročišćenog *sylvestris* skupa sa skupom *vinifera* (Krka15, Krka24, Pak28 i Psunj7).



Slika 4.8. NJ grupiranje pročišćenog skupa od 250 jedinki: *vinifera* (●), lozne podloge (■) te *sylvestris* (▲), analizirano u Mega software na standardiziranoj matrici udaljenosti kovarijance

Multidimenzionalno skaliranje pročišćenog *sylvestris* skupa

Na osnovi standardizirane *pairwise* matrice kovarijance u GenAlEx 6.5 (Peakall i Smouse 2012) programu je provedeno multidimenzionalno skaliranje podataka pročišćenog *sylvestris* skupa metodom analize glavnih koordinata (PCoA). Pomoću dvije PCoA dimenzije objašnjeno je ukupno 48,97% genetske varijacije. Dimenzija PCoA1 je opisala najveću varijabilnost (37,86%), a druga dimenzija - PCoA2, 11,11% varijabilnosti skupa. PCoA je potvrdila grupiranje skupa u tri osnovne skupine. Jedinke *sylvestris*, svrstale su se pretežito na lijevu stranu 2-D prostora grafa (žuta oznaka, ●), *vinifera* jedinice na desnu stranu grafa (ljubičasta, ●) i lozne podloge (siva, ●) pri vrhu su zauzele središnje mjesto, pomaknuto u lijevu stranu. Na slici 4.9. je vidljivo međusobno preklapanje jedinki grupa *sylvestris* i *vinifera*.

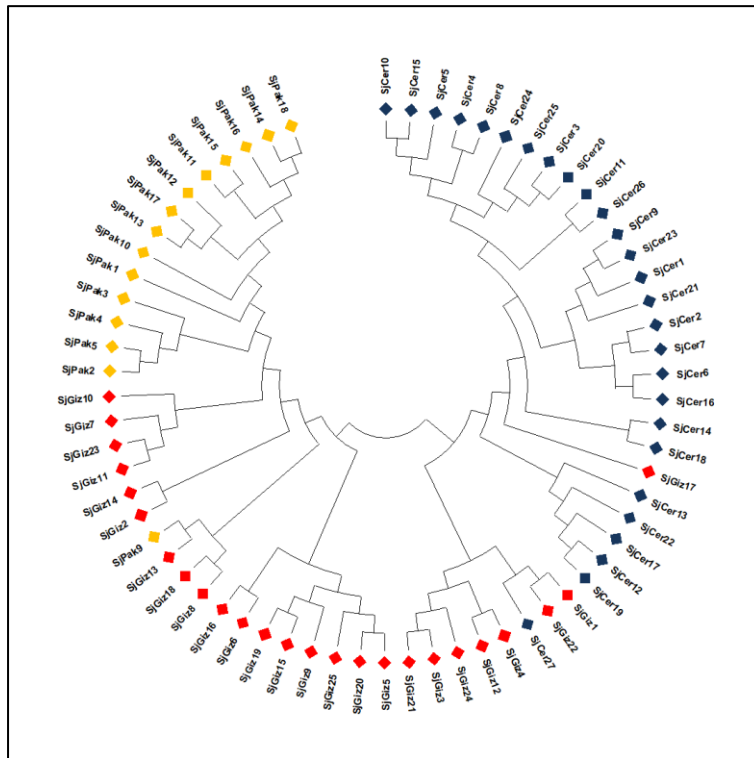


Slika 4.9. Distribucija jedinki pročišćenog *sylvestris* skupa i 159 genotipova *vinifera* i podloga pomoću PCoA provedeno u programu GenAlex

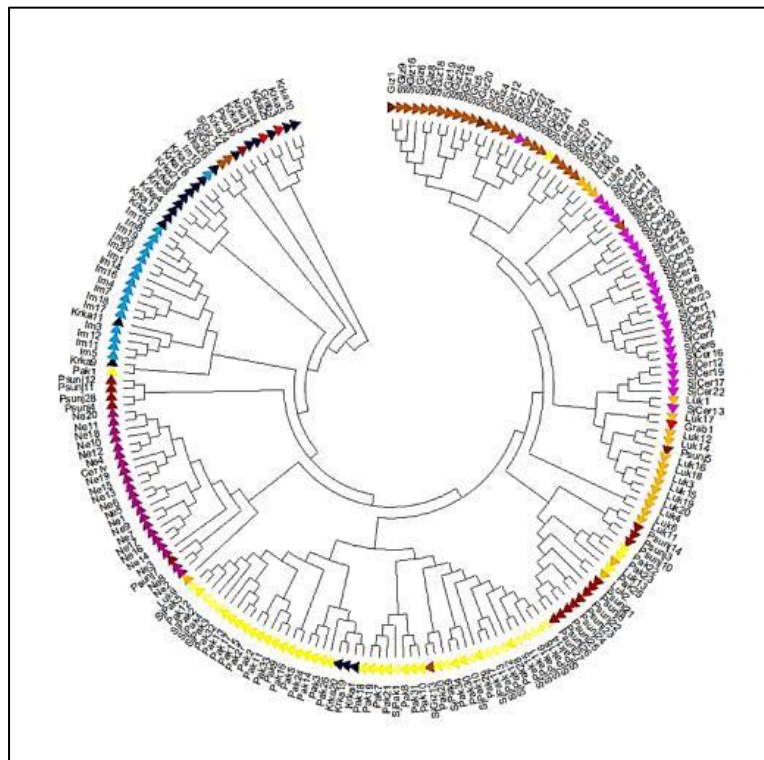
Klaster analiza sjemenjaka

Grupiranje sjemenjaka na NJ stablu prati geografski slijed njihovih izvornih populacija i jasna su tri klastera prema broju izvornih populacija (slika 4.10.). Sjemenjaci populacije Cerovica svrstani su u gornji desni dio NJ stabla, potom se nadovezuju sjemenjaci populacije Gizdavca i konačno, lijevo na stablu, sjemenjaci populacije Paklenica. Prisutno je preklapanje jedinki populacije Gizdavca sa jedinkama populacija Cerovica i Paklenica te obrnuto, jedinki populacija Paklenica i Cerovica sa sjemenjacima populacije Gizdavca. Između sjemenjaka populacija Cerovica i Paklenica nisu utvrđena preklapanja.

Grupiranje sjemenjaka unutar *in situ sylvestris* jedinki pokazalo je grupiranje sjemenjaka s jedinkama njihove matične populacije osim u slučaju sjemenjaka Cerovice gdje nije bila genotipizirana majčinska jedinka (slika 4.11.). F1 potomci lokaliteta Gizdavac blisko su se grupirali oko *in situ* jedinki Gizdavca. Unutar sjemenjaka Gizdavca klasterirao se jedan sjemenjak populacije Cerovica i jedna *in situ* jedinka populacije Paklenica. U podklasteru sjemenjaka Cerovice, utvrđeno je nekoliko *in situ* jedinki populacije Lukovdola te jedan sjemenjak Gizdavca. Svi sjemenjaci populacije Paklenica grupirani su u podklasteru populacije Paklenica, bez prisutnosti ovih sjemenjaka u drugim podklasterima. Sjemenjaci Gizdavca, osim što su većinski klasterirani uz *in situ* jedinke matične populacije, pojedini (SjGiz2, SjGiz14) su se grupirali blizu *in situ* jedinki feralnog ili hibridnog porijekla (prema Structure analizi: Im10, Krka26, Krka24 i Psunj6).



Slika 4.10. NJ grupiranje sjemenjaka *sylvestris* pomoću Mega programa



Slika 4.11. NJ grupiranje sjemenjaka unutar *in situ* jedinki *sylvestris* pomoću Mega programa

Analiza genetske strukture

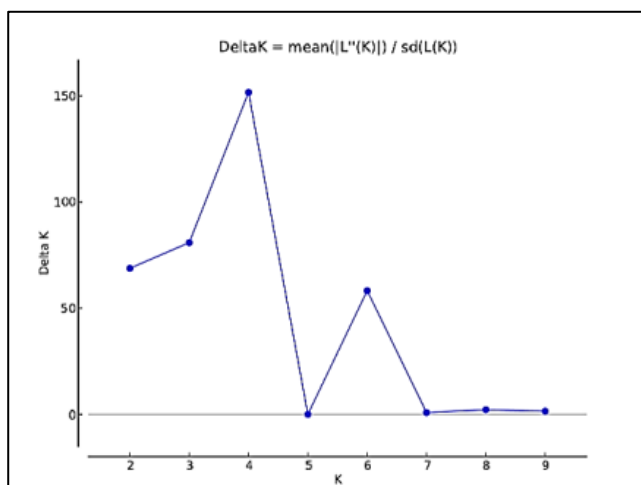
Odnosi između genotipova analizirani su putem klaster algoritma implementiranog u Structure program. Rezultati Structure analize na temelju SSR lokusa, usporedivi su s klasteriranjem NJ i PCoA. Najvjerodostojnija vrijednost K izračunata prema Evanno i sur. (2005) pomoću programa Structure Harvester, iznosila je K=4 (slika 4.12.). Analiza skupa: 91 jedinka *sylvestris*, 152 sorte *vinifera*, 7 loznih podloga, pokazala je prisutnost tri jasne grupe (*vinifera*, *sylvestris* i podloge) koje su formirale četiri klastera; grupa *vinifera* se podijelila u dvije skupine. Prvu *vinifera* skupinu čine uglavnom autohtone hrvatske sorte, a drugu uglavnom zapadnoeuropske sorte. Sve lozne podloge grupirane su zasebno. *Sylvestris* jedinke također čine zaseban klaster (slika 4.13.). Udjeli genoma (q vrijednosti) svih jedinki skupa po genskim skupovima prikazani su u prilogu 14.

Vidljiva je introgresija između klastera *vinifera* i *sylvestris*. Pojačana introgresija može se pratiti u skupu zapadnoeuropske *vinifera* gdje je 11 sorata pokazalo dio genoma od *sylvestris* klastera: Manseng (q=80%), Arvine petite (47%), Traminer (42%), Sangiovese (26%), Pinot (19%), Syrah (15%), Aligote (9%), Chenin (7%), Malanstraube (6%), Saint Laurent (4%) i Riesling (2%). Udio *sylvestris* genoma (prema q vrijednosti) u ovih sorata prosječno iznosi oko 24%. Četiri od 11 sorata pokazale su udio *vinifera* genoma manji od 75%: Manseng (q=20%), Arvine petite (53%), Traminer (58%), Sangiovese (74%), a preostali udio genoma ovih jedinki bio je povezan s grupom *sylvestris*. Od sorata, jedino se Manseng prema q vrijednosti >75, grupirala u klasteru *sylvestris* istraživanog skupa.

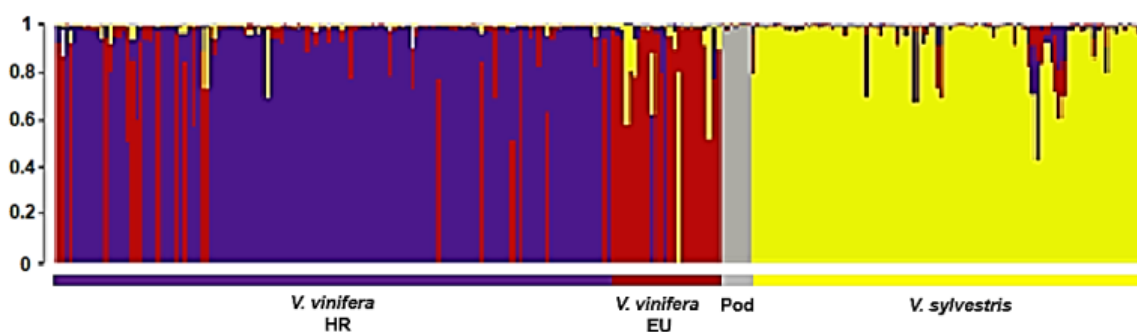
U klasteru sastavljenom od pretežito hrvatskih sorata zabilježeno je 12 sorata čiji je određeni udio genoma svojstven *sylvestris* klasteru: Kujundžuša (29%), Teran (25%), Svrđlovina (8%), Nepoznata 6, Belina pikasta i Kraljevina (6%), Rušljin, Klešćec i Brunac (5%), Okatica crna (4%), Divjaka (3%), Cetinka (2%). Udio genoma dodijeljen *sylvestris* klasteru među hrvatskim skupom sorata prosječno je iznosio 9%. Većina ovih sorata je glavninu genoma imala dodijeljenu hrvatskom *vinifera* klasteru, ali neke i europskom *vinifera* klasteru: Nepoznata 6 (92%), Belina pikasta (85%), Divjaka (85%), Teran (74%), Klešćec (63%) i Okatica crna (85%). Najviši udio genoma *sylvestris* klastera u hrvatskih sorata zabilježen je kod Kujundžuše (29%) i Terana (25%).

Pročišćeni *sylvestris* skup bilježi oko 17 *sylvestris* jedinki miješane genetske pozadine (oko 19% skupa), od kojih najviše na Krki (8 jedinki) i Imotskom (4). Devet *sylvestris* jedinki ima q vrijednost manju od 75% unutar *sylvestris* klastera i to: Im20 (74%), Krka24 (72%), Krka15 (71%), Pak28 (70%), Krka27 (70%), Im21 (69%), Im11 (68%), Krka26 (61%) i Krka18 (43%). Preostali manji dio njihova genoma je u četiri *sylvestris* jedinke više zastupljen u hrvatskom *vinifera* klasteru (Pak28, Im11, Krka15 i Krka18), ili pak

u europskom (Im20, Im21, Krka24, Krka26), te podjednako u oba klastera (Krka27). Udio genoma *sylvestris* populacije u klasteru podloga kretao se od 0,1 do 0,8%.



Slika 4.12. Delta K: stopa promjene vjerodostojnosti između uzastopnih vrijednosti K, 10 prohoda za svaki K



Slika 4.13. Grafički prikaz strukture pročišćenog skupa i skupa 159 genotipova za najvjerodostojniji k=4 prema Structure analizi. Jedinke su prikazane vertikalnim stupcem i bojom sukladno koeficijentu q i pripadajućoj izvornoj skupini

4.3. Status feralnih (ne-*sylvestris*) jedinki

Pojam feralnih jedinki u literaturi je različito definiran. Pojedini radovi feralnim jedinkama smatraju sorte pobjegle iz uzgoja (*escapes*) ili pak divlje jedinke koje imaju barem jednog *vinifera* roditelja. U ovom istraživanju feralnim jedinkama smatrane su one kod kojih je dokazan istovjetan genotip s nekim *vinifera* kultivarom, hibridno porijeklo ili nepodudarnost s tipičnim morfološkim i genetskim profilom *sylvestris*. Nakon identifikacije i uklanjanja duplih jedinki (23) i jedinke čiji je genotip istovjetan sorti Kujundžuša (Im2) od početnog skupa od 136 pretpostavljeno *sylvestris* jedinki, ukupni set za analizu činilo je 112 jedinki od čega je 21 jedinka na šest od sedam lokaliteta pokazala nepodudarnost sa

sylvestris morfološkim i/ili genetskim karakteristikama. Dvadeset i jedna jedinka bila je označena kao feralna te izuzeta iz analiza genetske raznolikosti populacija.

Najviše feralnih jedinki utvrđeno je unutar populacije Krka (11 jedinki: Krka1, Krka2, Krka4, Krka5, Krka6, Krka8, Krka10, Krka11, Krka13, Krka17, Krka25) i Imotski (pet jedinki: Im1, Im10, Im12, Im15, Im16), potom Grab (Grab3, Grab4), Paklenica (Pak31), Lukovdol (Luk9) i Psunj (Psunj6). Fenotipska svojstva feralnih jedinki prikazana su u tablici 4.9. Genetski profili ovih jedinki (za 24 nSSR, APT3 marker i 9 cpSSR) prikazani su u tablicama priloga zajedno s profilima *true to type* jedinki (prilog 7, prilog 10 i prilog 12, redom navođenja).

Sve feralne jedinice imale su *vinifera* tip vrha mladice. Antocijansko obojenje vrha mladice većinom je odsutno, osim kod pet jedinki izraženijeg antocijanskog obojenja te jedne s potpunim obojenjem (Im12) i srednjom gustoćom dlačica vrha mladice. Većina jedinki imala je zelenu boju dorzalne strane mladice osim jedinki Pak31, Im10 i Im12 koje su imale zeleno-crvenu i crvenu boju dorzalne strane mladice. Dominantna je bila zelena boja mladog lista s iznimkama Luk9 (žuta), Grab3 i Krka25 (brončana). Gustoća paučinastih dlačica mladog lista je bila odsutna ili niska u većine jedinki, jedino je visoka zabilježena kod Luk9. Veličina odraslog lista bila je srednja u tri jedinice (Krka11, Krka13, Psunj6), velika u četiri jedinice (Grab3, Krka2, Krka4, Krka25) dok je u većine bila vrlo mala ili mala. U većine je odrasli list bio klinastog oblika (13/20), rjeđe pentagonalan. List je bio pretežito peterodijelan (14/20 jedinki). Većina jedinki imala je glatku površinu i naličje lista te otvoren 'U' oblik sinusa peteljke. Srednja gustoća paučinastih dlačica na naličju odraslog lista iznimno je zabilježena kod Im12, Krka11 i Krka17, a visoka kod Psunj6. Grozd feralnih jedinki je bio vrlo kratak, rastresit do srednje zbijen, plavo-crnih bobica i potpune formacije sjemenki. Utvrđene su tri muške, dvije ženske i dvije hermafroditne (Im10, Psunj6) jedinice dok ostalima nije bio vidljiv fenotip cvijeta. Genotip cvijeta na APT3 markeru u većine jedinki (14/21) bio je 266/397/466 (muški ili hermafroditni). Za jedinku Im16 u evidencijskom listu zabilježena je morfologija lista koja upućuje na hibrid ili kultiviranu lozu, debela rozgva, tipični ženski cvijet, a APT3 alelna kombinacija bila je 266/397/466.

Od 21 feralne jedinice, devet jedinki se filogenetski (NJ) klasteriralo među *sylvestris* (Pak31, Im12, Krka1, Krka2, Krka4, Krka8, Krka11, Krka13 i Psunj6-hermafrodit). Za ove jedinice prilikom terenske inspekcije pretpostavljeno je da se vjerojatno radi o kultiviranoj lozi/*vinifera*/plemenitoj lozi ili su prema morfološkim karakteristikama dovedene u vezu sa sortama Debit (Krka4 i 8), Lasina (Krka4). Krka4 jedina je u istraživanom skupu pokazala klorotip C, dok je većina jedinki imala klorotip A. Preostalih 12 feralnih jedinki grupirano je na filogenetskom stablu u blizini ili unutar zapadno-europskih sorti (Im1, Luk9, Grab3,

Grab4, Krka25), hrvatskih sorti (Im10-hermafrodit; Im15, Im16, Krka1) ili loznih podloga (Krka5, Krka6, Krka10, Krka17). Niti jedna od 21 feralne jedinke nije pokazala genetsku podudarnost, kao sinonim, s nekom sortom ili podlogom u analiziranom skupu ili VIVC bazi podataka.

Usporedbom SSR alelnih vrijednosti 21 feralne jedinke unutar ukupnog analiziranog skupa *sylvestris* jedinki te 159 divergentnih genotipova sorata i podloga na 20 SSR lokusa, na tri lokusa utvrđena su tri alela jedino u feralnih jedinki (privatni aleli) (tablica 4.10.). Na lokusu VVIH54 alel 143 utvrđen je jedino kod jedinki Krka5 i Krka10 od kojih su se obje na NJ stablu svrstale u blizini loznih podloga. Na lokusu VVIV67, alel 347 utvrđen je kod hermafroditne jedinke Psunj6 koja se na NJ stablu klasterirala sa *sylvestris* jedinkama, te na lokusu VVIV37, alel 151 utvrđen je kod jedinke Grab3 koja se klasterirala na NJ stablu sa *vinifera* sortama.

Dodatno su provjereni aleli feralnih jedinki analizom frekvencija alela na svih 20 SSR lokusa i usporedbom s vrijednostima iz priloga 9. Utvrđeno je 13 alela na 11 SSR lokusa kod osam feralnih jedinki, veće frekvencije u nekoj od skupina: *vinifera*, podloge, *sylvestris*. Većina utvrđenih alela (11/13) bila je karakteristična za grupu loznih podloga, a jedinke u kojih su utvrđeni su: Krka10 (11 alela), Krka5 (pet alela), Grab3 (tri alela), Grab4 (dva alela), Psunj6 (dva alela) i Im16 (jedan alel). Na lokusu VVMD28 utvrđena su dva alela: 226 veće frekvencije u skupu *vinifera* (Im15, Luk9) i alel 262 u skupu *sylvestris* (Krka2) (tablica 4.10).

Tablica 4.9. Fenotipske karakteristike feralnih jedinki prema 21 OIV deskriptoru

Uzorak	Mladica			Mladi list			Odrasli list			
	OIV 001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijansko obojenje paučinastih dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinastih dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodija	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinastih dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječaka	OIV 072 Naboranost plojke
Pak31	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	2 zelena+crvena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im1	7 <i>vinifera</i>	2 malo	3 niska	1 zelena	1 zelena	5 srednja	1/3	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im10	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1/2	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im12	7 <i>vinifera</i>	3 potpuno	5 srednja	2/3	1 zelena	5 srednja	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im15	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im16	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1/2	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Luk9	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	2 žuta	7 visoka	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Grab3	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	3 bronča	1/3	7 veliki	3 pentagonalan	3 pet	3 slaba
Grab4	7 <i>vinifera</i>	nd	nd	nd	1 zelena	5 srednja	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1/3
Krka1	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2/3	3 pet	1 odsutna

Tablica 4.9. nastavak 1

Uzorak	Mladica				Mladi list		Odrasli list			
	OIV 001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijansk o obojenje paučinastih dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinastih dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodija	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinastih dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječak a	OIV 072 Naboranost plojke
Krka2	7 <i>vinifera</i>	2 malo	3 niska	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	7 veliki	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Krka4	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	7 veliki 1 vrlo	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Krka5	7 <i>vinifera</i>	nd	3 niska	nd	nd	1 odsutna	mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Krka6	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	nd	nd	1 odsutna	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Krka8	nd						1 vrlo			
Krka10	7 <i>vinifera</i>	nd	1 odsutna	nd	nd	nd	mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Krka11	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	5 srednja	5 srednji	3 pentagonal an	3 pet	1 odsutna
Krka13	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	5 srednji	3 pentagonal an	3 pet	1 odsutna
Krka17	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	3 pentagonal an	3 pet	1 odsutna
Krka25	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1 zelena	3 bronča na	1 odsutna	7 veliki	2/3 3 pentagonal an	3 pet	1 odsutna
Psunj6	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	5 srednji	3 pentagonal an	3 pet	1 odsutna

Tablica 4.9. nastavak 2

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd						
	OIV 079 Otvorenost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnost zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijen ost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijans ko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki	
Pak31	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Im1	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	4 F	1 vrlo kratak	nd	nd	6 plavo- crna	nd	3 potpuno	
Im10	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1/3	3 H	1 vrlo kratak	nd	nd	nd	nd	nd	
Im12	1/3 1 široko	1 U	1 odsutan	5 srednja	1 M		nd					
Im15	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	1 M							
Im16	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1 odsutna	4 F							
Luk9	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	nd							
Grab3	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Grab4	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	nd							
Krka1	1 široko	1 U	1 odsutan	1 odsutna	1 M							
Krka2	3 otvoren	1/3	1 odsutan	3 niska	nd							
Krka4	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Krka5	1 široko	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd							

Tablica 4.9. nastavak 3

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd					
	OIV 079 Otvorenost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnost zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista		OIV 151 Spol	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijen ost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijans ko obojenje mesa bobice
Krka6	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	nd						
Krka8											
Krka10	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Krka11	3 otvoren	1 U	1 odsutan	5 srednja	nd						
Krka13	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Krka17	1 široko otvoren	1/2	1 odsutan	5 srednja	nd						
Krka25	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Psunj6	3 otvoren	1 U	1 odsutan	7 visoka	3 H						

Tablica 4.10. Popis specifičnih alela feralnih jedinki

Lokus	Alel (frekvencija)	Grupa	Genotip
VVS2	135 (0.500)	podloge	Krka 5, Krka10
VVMD27	201 (0.143)	podloge	Krka 5, Krka10
	203 (0.214)	podloge	Krka10
VVMD25	235 (0.429)	podloge	Grab4, Krka10
VVMD28	226 (0.105)	<i>vinifera</i>	Im15, Luk9
	262 (0.165)	<i>sylvestris</i>	Krka2
			Grab4, Krka5, Krka10,
VVIp60	307 (0.500)	podloge	Psunj6
VMC1b11	171 (0.286)	podloge	Im16, Grab3, Krka10
VMC4f3.1	187 (0.143)	podloge	Krka10
VVib01	284 (0.214)	podloge	Krka 5, Krka10
VVMD21	226 (0.583)	podloge	Grab3, Krka5, Krka10
VVin16	173 (0.400)	podloge	Krka10
VVin73	254 (0.643)	podloge	Grab3, Krka10, Psunj6
PA feralnih jedinki			
VVIH54	143 (0.048)		Krka5, Krka10
VVIV67	347 (0.024)		Psunj6
VVIV37	151 (0.024)		Grab3
PA privatni aleli			

4.4. Analiza otpornosti na gljivične bolesti

4.4.1. Otpornost *in situ sylvestris* jedinki na gljivične bolesti

Sylvestris se uglavnom pokazao otporan na sivu plijesan, osim nešto srednje otpornih jedinki (Im11, Im17 i Krka20). Svi navedeni osjetljiviji genotipovi imali su bobice srednje čvrstoće, rastresit do srednje rastresit grozd te zbijen grozd (Im17). Jedinka Krka20 pokazala je visoku osjetljivost na bolesti *in situ*, a raste u dijelu parka uvučenog dublje u šumu gdje se zadržava stajaća voda i jedinka u dijelu godine raste iz vode uz manje sunčeve svjetlosti. Na lokalitetu Imotski jedinke u dijelu godine rastu u potpunosti pod vodom, ali su općenito bile manje pogođene bolestima. Na lokalitetu Grab uočena je veća pojava plamenjače na listovima kod Grab3 (slika 4.14.).



Slika 4.14. Oboljeli grozd jedinke Krka20 (a) i simptomi plamenjače lista jedinke Grab3 (b)

Polimorfizam R-SSR lokusa *in situ sylvestris* jedinki

Analiza otpornosti na bolesti putem specifičnih, R-SSR lokusa provedena je na pročišćenom *sylvestris* skupu (tablica 4.11.). Od ukupno 91 analizirane jedinke, njih 48 sa sedam lokaliteta ima utvrđene R-alele za pepelnicu. Većina jedinki ima R-alel na lokusu SC47-18, 239 (pretpostavljen *sylvestris* izvor otpornosti). Iznimke su utvrđene kod jedinki: Im4 koja na tom lokusu ima R-alel 246 (pretpostavljen *vinifera* izvor otpornosti), a jedinka Luk8 ima oba R-alela: 239 i 246. Jedinka Psunj28 jedina ima R-alele na dva lokusa: SC47-18/239 i UDV124/216. Najviše jedinki s R-lokusima je na lokalitetima Paklenica (18/32 jedinki) i Psunj (12/17), potom Lukovdol (9/18), Imotski (5/12), Krka (2/9), Grab (1/1) i Gizdavac (1/2). Na lokusu SC8-0071-014 unatoč značajnom polimorfizmu ni kod jedne jedinke nije utvrđen očekivani R-alel. Isti slučaj je i sa lokusom za plamenjaču, GF09-46.

Tablica 4.11. Polimorfizam R-SSR lokusa *in situ sylvestris* skupa na pepelnicu (OIV 455) i plamenjaču (OIV 452). Jedinke nosioci R-alela jače su podebljane

Uzorak	<i>E. necator</i>						<i>P. viticola</i>	
	UDV124		SC8-0071-014		SC47-18		GF09-46	
Pak1	203	225	157	159	234	238	396	426
Pak2	200	203	167	167	238	239	396	424
Pak3	200	225	157	167	238	239	395	426
Pak5	200	225	157	167	229	238	426	426
Pak6	184	200	167	197	234	236	390	426
Pak7	184	200	197	197	239	239	426	426
Pak8	200	203	167	199	234	239	426	426
Pak9	184	200	163	197	233	239	396	426
Pak10	184	225	167	167	229	238	426	426
Pak11	203	203	167	197	238	239	396	424
Pak12	203	225	157	167	238	239	396	424
Pak13	225	225	157	166	238	239	nd	nd
Pak14	182	225	157	157	238	239	424	424
Pak15	200	225	197	199	238	239	426	426
Pak16	200	200	159	199	234	238	424	426
Pak17	200	225	159	173	238	239	426	426
Pak18	184	200	197	199	234	238	426	426
Pak19	182	184	157	167	238	242	426	426
Pak20	182	200	157	197	239	242	424	426
Pak21	200	203	167	199	238	239	426	426
Pak22	184	200	159	197	238	239	395	424
Pak23	184	200	159	197	238	239	395	395
Pak24	184	203	163	197	233	239	424	424
Pak25	182	184	157	197	239	244	396	426
Pak26	184	184	161	197	219	234	426	426
Pak27	182	200	157	167	233	238	426	426
Pak28	184	203	167	197	234	238	403	426
Pak29	184	214	199	199	238	238	403	426
Pak30	200	225	163	197	233	239	395	424
Pak32	200	203	167	199	238	238	426	426
Pak33	200	203	167	199	229	238	426	426
Pak34	203	225	157	199	238	238	395	424
Im3	203	203	161	199	219	238	396	426
Im4	203	214	163	167	233	246	395	426
Im5	184	214	159	163	238	238	395	426
Im7	184	203	197	197	239	240	426	426
Im8	182	214	157	159	239	239	395	395
Im11	203	214	159	167	229	238	424	426
Im14	184	214	159	197	238	239	395	426
Im17	203	214	159	161	219	238	426	426
Im18	203	214	161	163	219	233	395	424
Im19	203	214	163	199	233	238	395	426
Im20	214	214	159	159	238	238	395	395
Im21	203	203	157	197	229	239	426	426
Luk1	200	214	159	159	238	238	396	424
Luk2	203	225	161	201	219	239	396	426
Luk3	200	203	159	167	238	242	nd	nd
Luk4	200	203	167	197	238	238	426	426

Tablica 4.11. nastavak

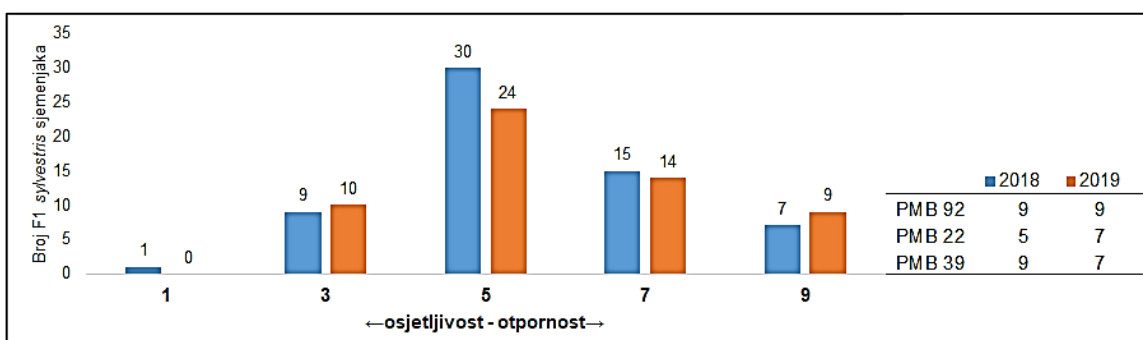
Uzorak	<i>E. necator</i>						<i>P. viticola</i>	
	UDV124		SC8-0071-014		SC47-18		GF09-46	
Luk5	200	203	161	197	234	239	nd	nd
Luk6	200	203	167	167	238	238	426	426
Luk8	200	225	159	197	239	246	426	426
Luk10	200	203	159	197	238	239	426	426
Luk11	200	203	197	201	238	239	nd	nd
Luk12	203	203	159	201	238	238	nd	nd
Luk13	200	203	197	201	233	238	nd	nd
Luk14	200	214	197	199	234	239	nd	nd
Luk15	200	214	159	159	238	239	nd	nd
Luk16	200	203	199	201	233	238	nd	nd
Luk17	200	203	167	167	233	233	nd	nd
Luk18	203	214	159	167	238	239	nd	nd
Luk19	200	200	159	197	233	238	nd	nd
Luk20	200	200	159	197	238	239	nd	nd
Grab1	184	203	163	197	233	239	nd	nd
Krka9	203	214	157	167	238	239	396	424
Krka15	184	200	197	197	234	236	395	424
Krka18	184	203	161	197	219	234	396	426
Krka19	203	203	161	197	219	234	424	426
Krka20	184	203	197	197	234	239	396	426
Krka21	203	203	161	197	219	234	396	424
Krka24	184	184	161	167	219	238	395	424
Krka26	200	203	161	197	234	234	395	424
Krka27	184	203	161	197	219	234	396	426
Psunj3	203	214	167	199	234	238	396	426
Psunj4	200	226	194	197	238	239	396	426
Psunj5	200	200	161	167	219	238	370	396
Psunj7	203	214	159	161	219	238	396	426
Psunj8	200	203	167	197	238	239	396	426
Psunj10	203	214	167	199	238	239	426	426
Psunj11	203	214	194	197	239	240	396	426
Psunj12	203	214	194	197	239	240	424	426
Psunj14	200	214	167	199	238	239	395	426
Psunj21	200	203	163	167	233	238	396	426
Psunj22	200	214	197	199	238	239	396	426
Psunj23	192	214	159	161	219	239	424	426
Psunj24	200	200	199	201	239	240	396	426
Psunj25	192	214	159	161	219	239	395	426
Psunj26	192	214	159	161	219	239	396	426
Psunj27	192	200	159	167	219	238	424	426
Psunj28	214	216	159	167	238	239	396	426
Giz1	200	203	163	199	233	238	nd	nd
Giz2	184	203	163	197	233	239	nd	nd
R06	203	203	159	197	233	239	-	-
R18	203	225	167	199	238	239	-	-
MU	-	-	-	-	-	-	395	424

Plavo označeni aleli povezani sa *sylvestris* izvorom otpornosti, crveno označeni aleli povezani s *vinifera* izvorom otpornosti (Riaz i sur., 2020)
UDV124: alel 216 povezan s otpornosti (Riaz i sur., 2013)

4.4.2. Otpornost *sylvestris* sjemenjaka na gljivične bolesti

Pepelnica (*Erysiphe necator*)

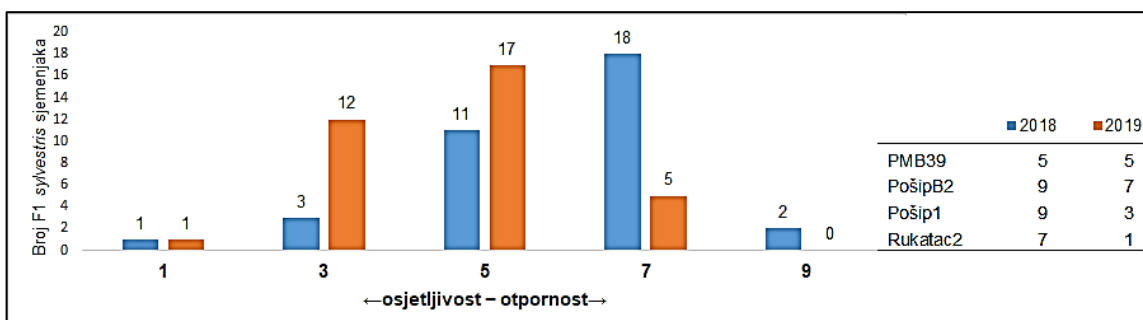
Sjemenjaci *ex situ* kolekcije bili su u vrijeme evaluacije bolesti u juvenilnom stadiju, uzgajani u posudama za biljke i tijekom provođenja analiza nije bila provedena zaštita sredstvima za zaštitu bilja. Kod *in vivo* očitavanja pepelnice tijekom 2018. godine, od ukupnog skupa *sylvestris* sjemenjaka (67), bilo je moguće evaluirati njih 62 (slika 4.15.). Na pepelnicu je bilo osjetljivo 10 jedinki, a 22 jedinke (oko 35% skupa) bile su otporne ili vrlo otporne. U 2019. godini bilo je moguće evaluirati 57 jedinki od ukupnog broja sjemenjaka. Nisu zabilježene vrlo osjetljive jedinke. Ukupno je 10 jedinki bilo osjetljivo, a 23 jedinke otporne ili vrlo otporne (oko 40% skupa). U obje godine otporno se pokazalo devet sjemenjaka od čega sedam sa Cerovice i dva s Paklenice. Primke sorte Plavac mali sivi bile su u rasponu od srednje otporne do vrlo otporne na pepelnicu u uvjetima kolekcije. Spearmanov koeficijent pokazao je umjerenu pozitivnu korelaciju između *in vivo* izmjera 2018. i 2019. godine ($\rho = 0,41$, $n = 67$, $p < 0,001$).



Slika 4.15. *In vivo* otpornost sjemenjaka i sorata na *E. necator* u 2018. i 2019. godini

In vitro testiranje pepelnice pomoću *leaf disk* metode, provedeno je na podskupu od 35 bolje razvijenih i zdravijih sjemenjaka. Tijekom 2018. godine, četiri jedinke bile su osjetljive, 11 srednje otporno, a 20 jedinki otporno ili vrlo otporno na pepelnicu (oko 57% skupa) (slika 4.16.). U 2019. godini 13 jedinki bilo je osjetljivo ili vrlo osjetljivo, 17 jedinki srednje otporno (oko 49% skupa), a pet jedinki otporno na pepelnicu (četiri sa lokaliteta Cerovica i jedna s Gizdavca). U obje godine otporna su bila tri sjemenjaka Cerovice (SjCer14, SjCer23 i SjCer24). Sorte korištene u analizi bile su srednje otporne do otporne,

a pojedine Rukatac2 i Pošip1, ovisno o godini, pokazale su variranje od vrlo osjetljivog do otpornog i vrlo otpornog.



Slika 4.16. *In vitro* otpornost sjemenjaka i sorata na *E. necator* u 2018. i 2019. godini (*leaf disk*)

Spearmanov korelacijski koeficijent korišten je na skupu od 35 sjemenjaka za određivanje veze između metoda *in vivo* i *in vitro* i utvrđena je slaba pozitivna, ali nesignifikantna korelacija između svih kombinacija u obje metode i godine istraživanja (tablica 4.12.)

Tablica 4.12. Korelacija između *in vivo* i *in vitro* metoda za analizu otpornosti na pepelnicu

Analiza/godina	Spearman koeficijent (ρ)	p vrijednost
<i>In vitro</i> /2018: <i>In vivo</i> /2018	0.314	0.066
<i>In vitro</i> /2019: <i>In vivo</i> /2019	0.106	0.544
<i>In vivo</i> /2018: <i>In vivo</i> /2019	0.323	0.059
<i>In vitro</i> /2018: <i>In vitro</i> /2019	0.226	0.192

Neki od rezultata ocjene stupnja zaraženosti pepelnicom prikazani su na slici 4.17. Osjetljiva jedinka SjPak17 ne posjeduje R-alele, ali osjetljiva jedinka SjGiz25 posjeduje R-alel 208 na lokusu UDV124. Otporna jedinka SjCer23, posjeduje dva R-alela 212 (UDV124) i 239 (SC47-18).



Slika 4.17. Osjetljivost sjemenjaka na *E.necator* na licu lista prema skali OIV 455: 1-3-5-7-9 s lijeva na desno (redom navođenja)

Analizom R lokusa za pepelnicu u skupu sjemenjaka utvrđeno je da ukupno 38 sjemenjaka (57% skupa) ima alel otpornosti na jednom ili dva R-lokusa (tablica 4.15). Na lokusu SC47-18 R-alele ima 33 sjemenjaka: 29 sjemenjaka alel 239, a četiri sjemenjaka alel 215. Na lokusu UDV124, R-alele ima 12 sjemenjaka: alel 208 (šest sjemenjaka), alel 212 (pet) i 216 (jedan). Lokusi SC8-0071-014 i GF09-46 nisu sadržavali R-alele.

Sjemenjaci populacije Cerovica prema morfološkim analizama imaju prosječnu otpornost na pepelnicu 6, a zabilježena je i osjetljiva jedinka (SjCer26) unatoč R-alelu SC47-18/239. Dvije jedinke, SjCer23 i SjCer1 imaju po dva R-alela na dva lokusa (UDV124/212 i SC47-18/239) te su bile otporne i vrlo otporne na pepelnicu (redom navođenja). Jedinka SjCer7 s jednim R-alelom, 212, bila je otporna na pepelnicu.

Prosječna otpornost sjemenjaka populacije Gizdavac na pepelnicu je srednja (5). Jedinka SjGiz18 posjeduje dva R-alela: UDV124/208 i SC47-18/239 i prosječne je otpornosti 6. Jedinke SjGiz14 i SjGiz22 s jedinim alelom UDV124/212, bile su osjetljivije na pepelnicu. Jedinke s alelom 215 (SC47-18) bile su srednje otporne na pepelnicu, uključujući i SjGiz21 s dodatnim alelom 216 (UDV124).

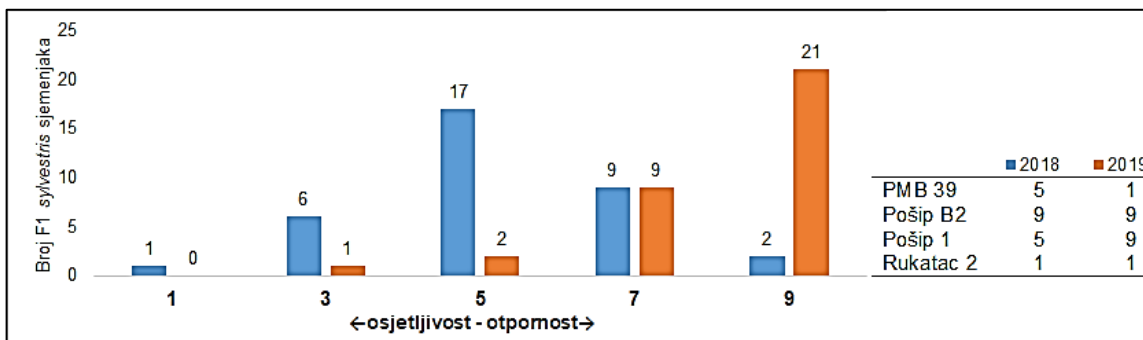
Prosječna otpornost sjemenjaka populacije Paklenica je srednja (5). Ovi sjemenjaci imaju najmanji broj utvrđenih R-alela: jedino 239 (SC47-18) kod dva sjemenjaka (SjPak1 i SjPak3). Sjemenjak SjPak3 bio je u *in vivo* uvjetima visoko otporan na pepelnicu, a SjPak1 nije bilo moguće fenotipski evaluirati jer se jedinka bila osušila.

Plamenjača (*Plasmopara viticola*)

Plamenjača u *in vivo* analizama u netretiranoj kolekciji nije bila uočena niti u jednog sjemenjaka obje godine. Analizom polimorfizma R-SSR lokusa GF09-46 također nisu bili utvrđeni R-aleli (tablica 4.13.).

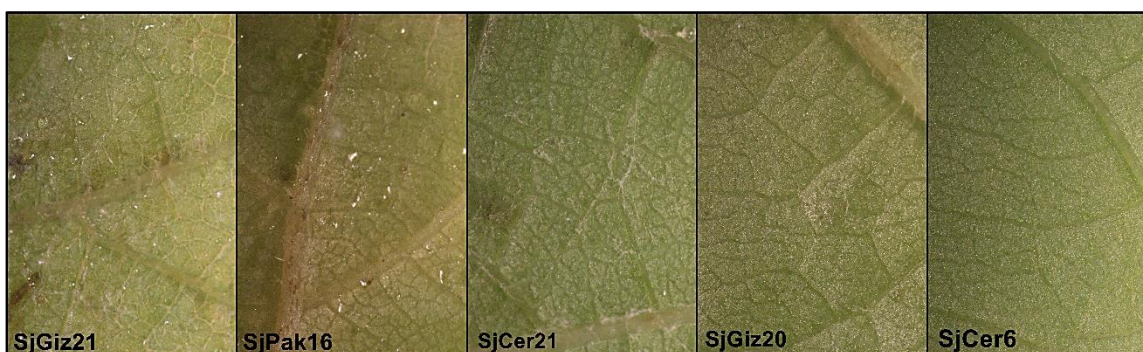
Kod analize plamenjače *in vitro leaf disk* metodom na 35 sjemenjaka, tijekom 2018. godine, sedam jedinki je bilo vrlo osjetljivo ili osjetljivo, 17 jedinki srednje otporno, a 11 jedinki otporno ili vrlo otporno na plamenjaču (slika 4.18.). Tijekom 2019. godine samo je jedna jedinka bila osjetljiva, a 30 jedinki otporno i vrlo otporno na plamenjaču. Deset sjemenjaka se u obje godine pokazalo otporno ili vrlo otporno na plamenjaču: sedam sjemenjaka Gizdavca (SjGiz:2, 7, 9, 19, 20, 24, 25), dva sa Cerovice (SjCer14, SjCer17) i jedan s Paklenice (SjPak11). Plavac m. sivi bio je srednje otporan 2018. godine i vrlo osjetljiv 2019. godine, Pošip B2 obje godine pokazao je vrlo visoku otpornost za razliku od

Pošipa 1 čija je otpornost varirala. Spearmanov koeficijent pokazao je umjerenu pozitivnu korelaciju između *in vitro* evaluacije 2018. i 2019. godine ($\rho = 0,47$, $n = 35$, $p = 0.004$).



Slika 4.18. *In vitro* otpornost sjemenjaka i sorata na *P. viticola* u 2018. i 2019. godini (*leaf disk*)

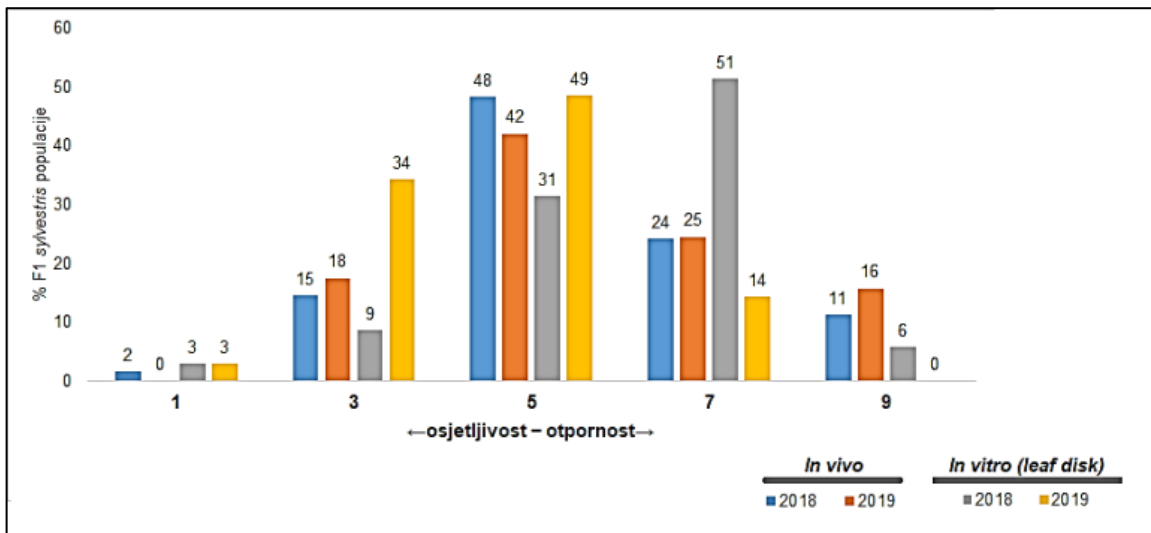
Neki od rezultata ocjene stupnja zaraženosti plamenjačom prikazani su na slici 4.19.



Slika 4.19. Osjetljivost sjemenjaka na *P. viticola* na naličju lista prema skali OIV 452: 1-3-5-7-9 s lijeva na desno (redom navođenja)

Zaključno o otpornosti sjemenjaka na bolesti

Ukupna prosječna otpornost sjemenjaka na pepelnicu bez obzira na godinu i fenotipsku metodu evaluacije u *ex situ* kolekciji je 5,56. Uzorci su pokazali manju otpornost na pepelnicu kod metode lisnih isječaka (*in vitro*) (prosjeak: 5,23) od one kod *in vivo* metode (prosjeak: 5,57) (slika 4.20.). Razina otpornosti utvrđena metodom lisnih isječaka u slučaju plamenjače je iznosila 6,50, a u *in vivo* uvjetima zaraza nije bila zabilježena. Kod sorata, bez obzira na morfološku metodu i godinu evaluacije, sorta Plavac mali sivi pokazala se otporna na pepelnicu (prosjeak: 7) i osjetljiva na plamenjaču (prosjeak:3), sorta Pošip bila je prosječno otporna na pepelnicu (prosjeak: 7) i plamenjaču (prosjeak:8), a sorta Rukatac osjetljivija na pepelnicu (prosjeak:4) i vrlo osjetljiva na plamenjaču (prosjeak:1).



Slika 4.20. Usporedba *in vivo* i *in vitro* opažanja razvoja *E. necator* tijekom 2018. i 2019. godine

Segregacija R-alela između roditeljskih jedinki i sjemenjaka

Sjemenjak SjGiz4 kojem su poznata oba *sylvestris* roditelja, nije naslijedio R-alel 239 prisutan u očinske jedinice. Od preostalih 24 sjemenjaka Gizdavca, 12 ih je imalo R-alele veće raznolikosti na lokusu UDV124, ali vjerojatno naslijeđene od nepoznatog očinskog genotipa, s obzirom da u majčinskog genotipa nije utvrđen niti jedan. Od pet potomaka ženske jedinice Pak12, dva su imala R-alel (239) naslijeđen moguće od majčinske jedinice koja ima taj alel.

Tablica 4.13. Ocjene simptoma bolesti i polimorfizam R-SSR lokusa na 67 sjemenjaka za otpornost na *E. necator* (OIV 455) i *P. viticola* (OIV 452). Jedinke nosioci dva R-alela jače su istaknute. Podskup od 35 sjemenjaka uključenih u *in vitro* analize izdvojen je u gornjem dijelu tablice

Uzorak	<i>E. necator</i>				<i>P. viticola</i>									
	OIV 455		OIV 452											
	<i>In vivo</i>	<i>In vitro</i>	<i>In vitro</i>	<i>In vitro</i>			UDV124	SC8-0071-014	SC47-18	GF09-46				
	2018	2019	2018	2019	2018	2019								
SjGiz2	5	7	7	3	7	9	203	208	157	199	215	238	396	424
SjGiz7	9	5	5	3	7	9	200	208	157	163	215	233	403	426
SjGiz9	5	5	7	3	7	9	203	214	163	199	233	238	396	426
SjGiz10	9	5	7	5	5	9	184	203	163	199	233	238	396	396
SjGiz12	9	5	5	3	5	9	184	203	163	199	233	238	403	426
SjGiz14	5	3	5	5	7	5	203	212	159	199	233	238	396	424
SjGiz17	3	5	5	3	5	9	203	203	159	199	238	238	396	396
SjGiz18	5	5	9	5	5	7	203	208	157	199	238	239	nd	nd
SjGiz19	5	5	5	3	7	9	203	203	163	197	233	239	403	426
SjGiz20	5	5	5	5	9	7	184	203	199	199	238	238	396	426
SjGiz21	5	3	5	7	3	3	200	216	163	169	215	233	395	426
SjGiz22	3	3	7	5	3	5	200	212	159	163	233	234	395	426
SjGiz23	5	5	5	3	5	9	184	200	163	197	233	239	424	426
SjGiz24	3	3	7	3	7	9	184	203	197	199	238	239	403	426
SjGiz25	5	3	9	3	7	7	203	208	157	199	215	238	396	396
SjPak9	5	7	7	5	5	7	200	225	157	199	238	238	424	426
SjPak11	9	5	7	5	7	9	184	203	167	199	238	238	403	426
SjPak12	7	3	7	5	5	7	184	203	167	199	238	238	403	426
SjPak13	7	9	7	1	5	9	184	214	197	199	234	238	403	426
SjPak16	7	5	7	5	3	nd	184	203	167	199	238	238	403	426
SjPak17	3	7	1	3	3	9	184	203	167	199	238	238	403	426
SjCer6	7	9	5	3	5	9	203	214	159	197	238	239	424	426
SjCer7	7	7	7	5	3	9	184	212	157	197	233	234	424	424
SjCer8	7	7	5	5	5	9	184	203	159	197	238	239	426	426
SjCer10	5	7	7	5	5	9	203	203	197	197	239	240	426	426

Tablica 4.13. nastavak 1

Uzorak	<i>E. necator</i>				<i>P. viticola</i>									
	OIV 455				OIV 452									
	<i>In vivo</i>		<i>In vitro</i>		<i>In vitro</i>									
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	UDV124		SC8-0071-014		SC47-18		GF09-46	
SjCer11	5	5	3	5	5	9	184	214	159	197	233	238	426	426
SjCer12	7	7	7	3	5	9	203	203	197	197	234	239	426	426
SjCer13	5	7	3	5	5	9	203	203	197	197	239	240	nd	nd
SjCer14	5	9	7	7	7	7	184	203	197	197	233	239	426	426
SjCer17	5	5	5	7	9	9	203	203	159	197	234	239	426	426
SjCer21	7	5	7	5	1	nd	184	214	159	197	233	238	424	426
SjCer23	5	9	7	7	3	7	203	212	197	197	239	240	426	426
SjCer24	5	7	7	7	5	7	184	203	159	197	233	238	424	426
SjCer25	5	3	7	5	5	7	184	203	197	197	233	239	426	426
SjCer26	3	3	3	5	5	9	184	203	197	197	233	239	426	426
SjGiz1	7	5					200	203	163	199	233	238	nd	nd
SjGiz3	5	5					203	214	199	199	238	238	396	426
SjGiz4	5	5					200	203	163	163	233	233	396	396
SjGiz5	7	5					184	200	163	163	233	233	426	426
SjGiz6	5	5					184	203	199	201	233	238	426	426
SjGiz8	nd	nd					200	208	159	163	233	238	426	426
SjGiz11	nd	nd					200	208	159	163	233	238	396	396
SjGiz13	1	nd					200	214	163	197	233	238	426	426
SjGiz15	5	5					200	203	163	197	233	239	396	424
SjGiz16	5	3					184	200	163	163	233	233	403	426
SjPak1	nd	nd					184	203	167	197	238	239	396	396
SjPak2	nd	nd					200	203	159	167	234	238	401	424
SjPak3	9	7					184	203	167	167	238	239	396	426
SjPak4	3	5					200	203	167	197	234	238	401	424
SjPak5	9	nd					225	225	157	199	238	238	396	426
SjPak10	5	nd					184	203	199	199	234	238	395	426

Tablica 4.13. nastavak 2

Uzorak	<i>E. necator</i>		<i>P. viticola</i>											
	OIV 455		OIV 452											
	<i>In vivo</i>	<i>In vitro</i>	<i>In vitro</i>		<i>In vitro</i>									
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	UDV124		SC8-0071-014		SC47-18		GF09-46	
SjPak14	nd	nd					184	214	197	199	234	238	403	426
SjPak15	3	3					184	203	167	199	238	238	403	426
SjPak18	3	nd					184	203	197	199	234	238	403	426
SjCer1	9	nd					184	212	197	197	233	239	426	426
SjCer2	7	9					203	214	197	197	239	240	426	426
SjCer3	5	7					203	203	159	197	238	239	396	426
SjCer4	5	9					203	203	159	197	238	239	396	396
SjCer5	5	7					184	203	197	197	233	239	426	426
SjCer9	5	5					203	214	159	197	238	239	426	426
SjCer15	7	7					203	203	197	197	239	240	426	426
SjCer16	5	9					184	214	159	197	233	238	424	424
SjCer18	7	7					184	203	197	197	233	239	nd	nd
SjCer19	3	9					203	203	197	197	234	239	426	426
SjCer20	5	9					184	203	197	197	239	240	426	426
SjCer22	7	5					203	203	159	197	234	239	426	426
SjCer27	7	5					200	203	163	197	233	239	395	426
Primke sorata korištenih u analizi														
PMB 92	9	9												
PMB 22	5	7												
PMB 39	9	7	5	5	5	1								
PošipB2			9	7	9	9								
Pošip1			9	3	5	9								
Rukatac2			7	1	1	1								
R06							203	203	159	197	233	239	-	-
R18							203	225	167	199	238	239	-	-
MU							-	-	-	-	-	-	395	424

Tablica 4.13. nastavak 3

Plavo označeni aleli povezani sa *sylvestris* izvorom otpornosti, **crveno** označeni aleli povezani s *vinifera* izvorom otpornosti (Riaz i sur., 2020),
lokus SC47-18: alel **215** nije naveden kao alel otpornosti, ali je uočen u *sylvestris* jedinke otporne na pepelnicu (Riaz i sur., 2020)
UDV124: alel **216** povezan s otpornosti (Riaz i sur., 2013)
PMB, Plavac mali sivi
nd, nije determinirano

5. RASPRAVA

5.1. Morfološke posebnosti i genetska struktura *sylvestris*

Tijekom istraživanja otkriveno je sedam *sylvestris* populacija. U kontinentalnom dijelu Hrvatske dvije i u obalnom dijelu pet populacija. Vjerojatno bi bilo moguće pronaći više populacija, s obzirom na veliki broj potencijalnih i povoljnih hidroloških lokaliteta u Hrvatskoj koji nisu sistematski ampelografski istraženi na prisutnost *sylvestris*.

Sylvestris jedinke većine populacija rastu u vlažnim šumama, najčešće na šumskom rubu (Psunj, Lukovdol, Paklenica, Krka, Grab) uz više ili manje bogatu vegetaciju potpornih biljaka (*supporters*) (Biagini i sur., 2016; Arnold i sur., 2017; Butorac i sur., 2018). U većine populacija izražena je prisutnost obilnih količina vode u neposrednoj blizini *sylvestris* jedinki ili tala saturiranih vodom te privremeno anoksičnih aluvijalnih tala što je istaknuto i u drugim sličnim istraživanjima (Schneider i sur., 2015; Arnold i sur., 2017; Drori i sur., 2017). Specifičan rast *sylvestris* na suhom terenu Gizdavca, ukazuje na moguću cirkulaciju podzemnih voda, a slično je uočeno kod Biagini i sur. (2014).

Morfološke karakteristike *sylvestris* jedinki

Morfološke karakteristike pokazale su se iznimno korisne za preliminarne eliminacije feralnih jedinki pri čemu su morfološke karakteristike potvrđene NJ grupiranjem feralnih jedinki unutar sorti i loznih podloga. Ipak, sama morfološka analiza nije pouzdana. Putem OIV deskriptora, utvrđen je najčešći *true to type sylvestris* morfološki profil kao pomoć pri identifikaciji *sylvestris* jedinki. Najinformativniji deskriptori pokazali su se (OIV 004, OIV 053, OIV 065, OIV 068, OIV 079, OIV 080, OIV 084, OIV 151) što je potvrda polimorfnosti ovih deskriptora utvrđenih i u drugim istraživanjima (Lacombe i sur., 2003; Barth i sur., 2009; Benito i sur., 2016; Schneider i sur., 2015; Drori i sur., 2017). Feralne jedinke, morfološki su se vrlo malo razlikovale od *true to type* jedinki, jedinkama izraženijeg antocijanskog obojenja vrha mladice, visoke gustoće paučinastih dlačica na naličju odraslog lista, a najviše za deskriptore spola cvijeta (OIV 151), veličinu plojke lista (065) i broj lisnih isječaka (OIV 068). Veličina lista je varijabilna i pojedini ju ne smatraju relevantnim svojstvom za pouzdanu determinaciju *sylvestris* (Cunha i sur., 2007; Barth i sur., 2009; Drori i sur., 2017). Za točno razlikovanje feralnih od *true to type* jedinki potrebno je provoditi i genetičke analize (Zecca i sur., 2010).

Sjemenke *sylvestris* su uglavnom okrugle, šire i kraće od sjemenki *vinifera*. U ovom istraživanju svi pokazatelji morfologije sjemenke bili su statistički značajno različiti između podvrsta u obje godine, osim prosječne širine sjemenke koja je bila slična između sorte

Tempranillo i jedinki *sylvestris*. Za ovu sortu manjih sjemenki, Rivera i sur. (2007) su utvrdili grupiranje s feralnim jedinkama. Hrvatski *sylvestris* i *vinifera*, prema prosječnoj vrijednosti Stummer indeksa najbliže su španjolskim i njemačkim *sylvestris* sjemenkama iako su pojedine vrijednosti *sylvestris* bliske populacijama Crnog mora (2018. godine) (Benito i sur., 2016). Ward-ovom klaster metodom nije u potpunosti bilo moguće razdvojiti *sylvestris* od *vinifera* sjemenki u obje godine, ali je PCA odvojila jasno i bez preklapanja. Morfologija sjemenki može se smatrati pouzdanim svojstvom za razlikovanje između podvrsta s obzirom na statistički značajnu razliku svih morfoloških pokazatelja, osim prosječne širine sjemenke. Utvrđen je između sedam i 20 puta manji broj bobica *sylvestris* grozda, prosječno između 40 i do 150 puta manja masa grozda *sylvestris* te u prosjeku trostruko manje dimenzije grozda *sylvestris*. Pokazatelji drastično manjeg uroda *sylvestris* zabilježeni su i kod Marrano i sur. (2018). U ženskih *sylvestris* jedinki često ne budu svi cvjetovi oprašeni, što za posljedicu ima manji urod *sylvestris* u odnosu na hermafroditnu *vinifera* (McGovern i sur., 2017). Uočena je veća varijacija u zbijenosti grozdova od vrlo rastresitih do zbijenih, a ovakve varijacije uočavane su i u drugim istraživanjima (De Andres i sur., 2012; Drori i sur., 2017) iako su pretežito rastresiti i male zbijenosti (Cunha i sur., 2007; Ocete i sur., 2011; Benito i sur., 2016; Cantos i sur., 2017).

Precizniji odgovor o *sylvestris* inferiornosti bilo bi moguće utvrditi tek kada bi se *sylvestris* jedinke vegetativno razmnožile, uz dovoljan broj ženskih i muških biljaka, i uzgojile neposredno uz jedinke *vinifera* uzgojene na isti način. U ovakvim eksperimentalnim uvjetima razlike u nekim morfološkim svojstvima bi bile vjerojatno manje.

5.2. Genetski pokazatelji varijabilnosti *sylvestris* skupa

Unutar istraživnog seta utvrđena je visoka razina polimorfizma i genetske raznolikosti na 20 SSR lokusa što je bilo očekivano s obzirom na divergentan set *sylvestris*, *vinifera* i podloga (tablica 4. 6.). Sve tri grupe imale su manju vrijednost očekivane heterozigotnosti (H_e) u odnosu na opaženu heterozigotnost (H_o). Ovi rezultati ukazuju na veću raznolikost istraživnog *sylvestris* seta, čemu svjedoče i negativne vrijednosti fiksacijskog indeksa (F) utvrđene u populacija Imotski i Krka koje imaju zabilježen i najveći udio feralnih jedinki. Ipak, hrvatska *sylvestris* grupa je manje genetske raznolikosti po svim pokazateljima korištenim u ovom istraživanju i od *vinifera* i od podloga što je utvrđeno i ranijim istraživanjem (Zdunić i sur., 2017) i što je suprotno očekivanju kod stranooplodnih taksona (Riaz i sur., 2018; D'Onofrio 2020). Ovo se, između ostalog, dovodi u vezu sa ljudskim utjecajem i kreiranjem prirodnih geografskih barijera, izolacije populacija i *inbreedinga* te smanjenog protoka gena unutar i između populacija (D'Onofrio 2020). Pozitivne F vrijednosti preostalih *sylvestris* populacija upućuju na visoku genetsku

povezanost jedinki i višu razinu *inbreedinga* unutar iste populacije. Viši udio heterozigota u *vinifera* setu upućuje na bogatu i raznoliku selekcijsku povijest vinove loze. Razina genetske raznolikosti hrvatskih *sylvestris* populacija bila je najviša u južnim populacijama (Imotski, $H_o = 0,72$), a najmanja u sjevernim kontinentalnim (Lukovdol, $H_o = 0,54$, Pšunj, $H_o = 0,60$). Ranije je uočavana veća genetska raznolikost južnih u odnosu na sjeverne ili istočnih u odnosu na zapadne populacije (García i sur., 2013; Biagini i sur., 2016; Butorac i sur., 2018), a populacija Imotski ($H_o = 0,72$) bliska je i *vinifera* skupu ($H_o = 0,76$) kao i na NJ stablu. Za razliku od heterozigotnosti hrvatskih populacija, u austrijskih populacija uočena je jednaka i manja razina H_o i H_e (0,42) (Arnold i sur., 2017). Hrvatska prosječno ima manju *sylvestris* raznolikost ($H_o = 0,62$) u odnosu na distribuciju populacija na čitavom arealu *sylvestris* rasprostranjenosti ($H_o = 0,65$) što ide u prilog klasteriranju hrvatskih populacija bliže njemačkim populacijama u odnosu na ranije provedeno opsežno istraživanje (Riaz i sur., 2018).

Sylvestris obuhvaćen ovim istraživanjem u odnosu na *vinifera* i podloge ima manju raznolikost privatnih alela. Privatni aleli mogu biti korisni pokazatelji protoka gena ili populacije kojoj pripada određena jedinka (Aradhya i sur., 2003) te korišteni kao diskriminirajući markeri za pouzdano razlikovanje *sylvestris* od *vinifera*. Iako je ukupan broj privatnih alela manji u *sylvestris* nego u *vinifera*, ipak označava značajnu raznolikost među populacijama *sylvestris*. Pretpostavlja se da se genetska raznolikost *sylvestris* populacija kontinuirano smanjivala, što je moguće dovelo do gubitka alela i heterozigotnosti. Pretpostavlja se da su višegodišnje voćne kulture poput loze, potomci spontanih ili kontroliranih križanja između geografski i genetski udaljenih jedinki, što rezultira novim varijantama koje nose nove kombinacije alela kakve se ne mogu naći u divljih populacija (Miller i Gross, 2011). Usporedbom PA hrvatskih *sylvestris* jedinki sa širokim skupom različitih genotipova *sylvestris*, *vinifera* i podloga korištenim u radu Laucou i sur. (2011), utvrđen je samo jedan privatni alel na lokusu VVMD28 (262) prisutan u 26% hrvatskog *sylvestris* skupa. Vrlo mali broj privatnih alela u *sylvestris* uočavan je i u drugim istraživanjima (Marrano i sur., 2018; Ocete i sur., 2019). Prema utvrđenom stanju PA unutar *sylvestris* jedinki u ovom istraživanju i pretpostavljenog mogućeg doprinosa divljih populacija autohtonom sortimentu, ne može se potvrditi pretpostavka doprinosa *sylvestris* jedinki stvaranju hrvatskog autohtonog sortimenta. Zhou i sur. (2019) navode da tijekom rane domestikacije hibridizacija između divlje i kultivirane loze nije imala značajnu ulogu, kasnije je introgresija između divlje i kultivirane loze bila ponavljana, a ističu i pretežno klonalno razmnožavanje kultivirane loze u odnosu na *sylvestris* te povišen udio recesivnih mutacija u kultivirane loze koji su teoretski mogli doprinijeti većoj genetskoj raznolikosti (procijenjenoj molekularnim markerima). Također, vrlo je važna veličina uzorkovanog

skupa. Smatra se da uzorci *sylvestris* i uzorci *vinifera* skupa predstavljaju ujedno i genetsku raznolikost pojedinog taksona te da je i to jedan od razloga zbog kojeg je teško, gotovo nemoguće, identificirati uzorke *sylvestris* koji bi predstavljali ancestralnu populaciju kultivirane loze (Zhou i sur., 2019).

Zaključno, neutvrđeni doprinos *sylvestris* autohtonom sortimentu u ovom istraživanju ne čudi najmanje iz dva razloga: (1) uzorkovane *sylvestris* populacije vrlo su male i vjerojatno predstavljaju zadnje preživjele jedinke od u davnoj prošlosti vjerojatno puno većih populacija te (2) obzirom na višestoljetnu kulturu uzgoja plemenite vinove loze na ovim prostorima, pomoću klonskog razmnožavanja, protok gena u pravcu *vinifera* je gotovo nemoguć. S druge strane, mogućnost oprašivanja *sylvestris* populacija polenom plemenite loze i podloga iz zapuštenih vinograda značajno je vjerojatnija, što je moguće rezultiralo identifikacijom određenog broja feralnih biljaka, a istaknut je i problem loza 'pobjeglih' iz uzgoja. Međutim, materijal i metode ovog istraživanja te proistekli rezultati nisu dostatni za dublje zaključivanje o domestikacijskim događajima.

Struktura populacija

Sve klaster metode (NJ, PCoA, Structure) pokazale su značajnu diferencijaciju između grupe *sylvestris*, *vinifera* i podloga (slike 4. 8., 4. 9. i 4. 13.), a skup hrvatskih *vinifera* dodatno se odijelio od zapadno-europske *vinifera*. Slično je utvrđeno i u radu Zdunić i sur. (2020). Skup autohtonih sorata strukturno je grupiran prema porijeklu (*ancestry*), genetskoj raznolikosti i pretpostavljenom zemljopisnom porijeklu. Okvirno je omeđen sortama Plavac mali crni pri vrhu NJ stabla i Tribidrag pri dnu, a s obzirom da su ovo jedne od sorata uključene u najveći broj roditeljstava, dalmatinski sortiment uglavnom je klasteriran oko njih (Žulj Mihaljević, 2017). Unutar hrvatskog sortimenta još je jedan manji podklaster sorata porijeklom iz Španjolske, Francuske, Italije, Grčke i Ukrajine. Sve lozne podloge klasterirale su se zasebno kod klastera zapadnoeuropskih sorti. Zastupljene podloge u istraživanju su uglavnom oplemenjivane od strane zapadnoeuropskih oplemenjivača (Riaz i sur., 2019) i imaju usku genetsku pozadinu te je većina oplemenjivana prije otprilike 100 godina u svrhu suzbijanja filoksere (Bodor i sur., 2010; Schroder i sur., 2015; Riaz i sur., 2019). *Sylvestris* klaster je fragmentirane strukture uz prisutnost dijela populacija ili jedinki unutar drugih podklastera, ali se može pratiti zemljopisni položaj populacija što upućuje na zajednički genski bazen *sylvestris* populacija kako su utvrdili i Riaz i sur. (2018), ali i lokalnu adaptaciju te prostornu i vremensku izoliranost *sylvestris* populacija. Vrijednosti q upućuju na prisutnost 'miješanih' jedinki u gotovo svim *sylvestris* populacijama. Međutim, relativno male populacije, relativno mali broj marker lokusa i ograničen broj marker alela na pojedinim lokusima, ne omogućuju vrlo pouzdano razdvajanje genetski bliskih jedinki što je istaknuto

u pojedinih istraživanja (Žulj Mihaljević 2017; Mačanita i sur., 2018; D'Onofrio, 2020). Populacija Krka imala je najviše 'miješanih' jedinki, potom populacija Imotski, dok je na ostalim lokalitetima takvih jedinki manje (ili ih nema). U prijelaznoj zoni između skupova *vinifera* i *sylvestris* uglavnom su zapadnoeuropske sorte. U ovoj zoni su dvije jedinice populacije Krka i jedna Paklenice s različitim većinskim udjelima genoma u hrvatskom ili europskom *vinifera* skupu. Razdvajanje pomoću PCoA vrlo je slično NJ klasteriranju i daje uvid u relativni odnos istraživanih grupa. Ovom metodom, vidljivo je jasno odvajanje, ali i preklapanje *vinifera* i *sylvestris* skupova upućujući na protok gena između *vinifera* i *sylvestris* skupina.

Udio *sylvestris* genoma (prema q vrijednosti) veći je u zapadnoeuropskih sorata (prosječno 24%), dok je u hrvatskom sortimentu udio *sylvestris* genoma manji (prosječno 9%), a najviši je u sorte Kujundžuša. Unutar hrvatskih *sylvestris* populacija utvrđen je veći udio *vinifera* genoma, prosječno podjednake zastupljenosti europskog i hrvatskog simuliranog *vinifera* klastera. Udio genoma pročišćene *sylvestris* populacije u klasteru podloga kretao se od 0,1 do 0,8% što je znatno manje od udjela utvrđenog u austrijskih populacija (oko 9%) (Arnold i sur., 2017). Pročišćeni *sylvestris* skup sastojao se od klorotipa: A (64%) i D (36%) što je u skladu s ranijim istraživanjem *sylvestris* klorotipova u Hrvatskoj : A 78%, D 22% Butorac i sur. (2018). Lokaliteti na kojima iznimno prevladava klorotip D jesu Krka (89%), Imotski (75%) i Psunj (53%). Klorotip A najčešći je klorotip *sylvestris* populacija u Hrvatskoj u čemu su ove populacije slične zapadno-europskim (Arroyo-García i sur., 2006). Klorotip D drugi je najčešći klorotip hrvatskih *sylvestris* populacija i autohtonih sorata vinove loze u Hrvatskoj. Autohtoni sortiment u Hrvatskoj većinom sadrži klorotip C (49%), D (33%), potom A (Žulj Mihaljević, 2017). Klorotip A je u hrvatskom priobalnom sortimentu zastupljen sa 17%, u kontinentalnom sortimentu nije utvrđen, a u *sylvestris* populacija je zastupljen preko 60%. Klorotip D je tipični klorotip istočnih populacija, stoga se pretpostavlja porijeklo od istočnih *vinifera* (Castro i sur., 2013). Slika klorotipova *sylvestris* populacija odgovara intermedijarnom geografskom položaju Hrvatske (u širem smislu Balkana) između veće klorotipske raznolikosti istočnih populacija i manje raznolikosti zapadnoeuropskih populacija utvrđene kod Arroyo-García i sur. (2006).

Kod klasteriranja sjemenjaka, sjemenjaci lokaliteta Gizdovac bili su jasno povezani u klasteru matične populacije, ali pojedine jedinice grupirale su se u druge dvije grupe sjemenjaka. Vidljivo je preklapanje iz grupa jedinki osim između sjemenjaka populacija Paklenice i Cerovice, geografski udaljenijih populacija. NJ grupiranjem sjemenjaka s ukupnim *sylvestris* skupom *in situ* jedinki, vrlo je izraženo grupiranje jedinki u klasteru matične *in situ* populacije, naročito kod sjemenjaka kojima su roditeljskom analizom bila određena oba roditelja. Nekoliko sjemenjaka lokaliteta Gizdovac, kojima nije bila određena

očinska jedinka, grupirali su se u podklasteru sa *in situ* jedinkama Krka26 i Im10 (feralne jedinke) ili sa Pak20 (*sylvestris*), što može upućivati na slobodni dotok polena 'sa strane' ili vjerojatnije, na neidentificirane muške jedinke, donore polena unutar lokaliteta Gizdavac.

5.3. Ključna svojstva za determinaciju *sylvestris* jedinki

Temeljem provedenih morfoloških i genetičkih analiza, utvrđena su svojstva koja mogu pomoći za pouzdanu determinaciju *sylvestris* jedinki. Primarni diskriminatorni deskriptor (OIV 001, oblik vrha mladice) za razlučivanje *Vitis vinifera* od drugih *Vitis spp.* preporučan u smjernicama (Zdunić i sur., 2017a), pokazao se pouzdan u većini slučajeva, slično kao kod Cunha i sur. (2007) ili Ekhvaia i Akhalkatsi, (2010). Nekoliko jedinki s alelima specifičnim za lozne podloge (Krka5, Krka10, Grab3) također je pokazalo otvoren tip vrha mladice kao i cjelokupan istraživani set, što nije svojstveno podlogama pa se moguće radi o hibridnom porijeklu ovih jedinki. Među predloženim primarnim deskriptorima, pouzdani su se pokazali i OIV 051 (boja mladog lista) te OIV 084 (gustoća paučinastih dlačica između žila na naličju odraslog lista).

Kao sljedeći korak pri razlučivanju sorata *vinifera* i *true to type sylvestris* jedinki, vrlo pouzdan se pokazao deskriptor OIV 151 za spol cvijeta. Ipak, u određenim slučajevima nije bilo moguće utvrditi tip cvijeta zbog visokog vertikalnog rasta *sylvestris* jedinki i nemogućnosti jasne morfološke procjene sa zemlje. Cvijet je relativno mali i uklopljen među ostalim lišćem u krošnji što onemogućuje jasnu morfološku procjenu. Stoga je nužno provesti detaljne genetičke analize i grupirati jedinke putem klaster metoda. Najinformativniji deskriptori kod *in situ* jedinki bili su OIV 004, OIV 053, OIV 065, OIV 068, OIV 079, OIV 080, OIV 084 i OIV 151 utvrđeni kao polimorfni i u drugim istraživanjima (Barth i sur., 2009; Ekhvaia i Akhalkatsi, 2010; Benito i sur., 2016; Drori i sur., 2017; Zdunić i sur., 2017a). Morfološka razlika između feralnih jedinki i pretpostavljeno *true to type sylvestris* u ovom istraživanju uočena je u manjoj mjeri za osam od 21 OIV deskriptora: raspodjela antocijanskog obojenja i gustoća paučinastih dlačica vrha mladice (OIV 002, 004), boja mladog lista (OIV 051), veličina plojke lista (OIV 065), broj lisnih isječaka (OIV 068), gustoća paučinastih dlačica odraslog lista (OIV 084) te spol cvijeta (OIV 151). Najveća razlika utvrđena među *sylvestris* i feralnim jedinkama od navedenih deskriptora u ovom istraživanju zabilježena je za spol cvijeta, broj lisnih isječaka i veličinu lista. Utvrđen je i *true to type sylvestris* uzorak (Im3) s preklopljenim sinusom peteljke što je češće utvrđeno kod *vinifera* (Zoghلامي i sur., 2013). Razlikovanje *true to type* i feralnih jedinki samo putem morfoloških metoda nije bilo moguće s obzirom na vrlo male razlike utvrđene između ovih jedinki, najviše u svojstvu veličine lista koje pojedini ne smatraju relevantnim za determinaciju s obzirom da

je ovisno o bujnosti jedinke i uvjetima okoline (Cunha i sur., 2007). Razdijeljenost lista koja je u feralnih jedinki bila većinom peterodijelna, također varira u *sylvestris* populacija od trodijelne do peterodijelne (Albizuri i sur., 2009; Ocete i sur., 2011; Ledesma-Krist i sur., 2014), a češće je trodijelna (Cunha i sur., 2007).

Stoga je nužno provesti detaljne genetičke analize, od kojih se metoda NJ pokazala vrlo pouzdana, ali je metodom Structure, utvrđen veći broj potencijalno feralnih jedinki od bilo koje druge korištene metode.

Razlike u arhitekturi grozda, pokazateljima uroda i uvometrijskim podacima bile su očite i značajne između *vinifera* i *sylvestris*, no između *sylvestris* i potencijalno feralnih jedinki nije utvrđena jasna granica (npr. Im11 i Im17). Hermafroditna feralna jedinka (Im10) pokazala je veliku sličnost sa *sylvestris* tipom grozda, a slično je zabilježeno i kod Karatas i sur. (2014). U pokazateljima kemijskog sastava mošta, utvrđene su očite razlike i *sylvestris* jedinke imaju značajno viši udio ukupnih kiselina u odnosu na *vinifera*, a razlike između *sylvestris* i potencijalno feralnih jedinki očitovale su se u nešto višem sadržaju šećera kod feralnih jedinki (Im11, tablica 4. 3.). Od morfoloških analiza, morfologija sjemenke može se smatrati najpouzdanijom metodom razlikovanja *sylvestris* od *vinifera*, kako je već od ranije poznato u literaturi (Cattonaro i sur., 2013), osim svojstva širine sjemenke koje se nije pokazalo pouzdano za njihovo razlikovanje. Za razlikovanje *sylvestris* od feralnih jedinki, samu morfologiju sjemenki nije dovoljno uspoređivati. Ipak, utvrđene prosječne vrijednosti Stummer indeksa pouzdano upućuju na *sylvestris* morfologiju sjemenki te ih isključuju iz feralnog profila (tablica 4. 4., Cunha i sur., 2020).

Broj utvrđenih privatnih alela (PA) (tablica 4.7.), hrvatskog *sylvestris* skupa približno odgovara rezultatima utvrđenim ranije kod Zdunić i sur. (2017) i unatoč značajnom polimorfizmu, bio je manji od broja *vinifera* grupe i podloga, te je zabilježen pad PA u *sylvestris* klasteru proširenjem seta sa Laucou i sur. (2011). PA mogu biti korisni za razlikovanje *sylvestris* i *vinifera* u Hrvatskoj, ali nisu univerzalni *sylvestris* indikatori u slučaju proširenja skupa *vinifera* i podloga. U istraživanom skupu utvrđeno je dodatnih 15 alela čija je frekvencija veća za grupu *sylvestris* u odnosu na druge grupe (prilog 9) i čija je ukupna učestalost u setu viša od 0,3, a utvrđeno je i osam alela unutar PA *vinifera* klastera koji su usporedom sa Laucou i sur. (2011) setom, bili nešto viši u njihove grupe *sylvestris* (poglavlje 4.2.2.). Pojedini aleli specifični za *sylvestris* njemačke populacije specifični su i za hrvatski *sylvestris* iako u malim frekvencijama (VVS2:155; VVMD7:257) (Ledesma-Krist i sur., 2014), dok su neki 'sylvestris' aleli utvrđeni podjednako i u hrvatskom *vinifera* skupu (VVS2: 133, 141, 143, 151; VVMD27:190) ili skupu podloga (VVMD7:263). Rezultati ovog istraživanja predstavljaju polazni materijal za pouzdano razlikovanje između *sylvestris* i

vinifera, *sylvestris* i feralnih jedinki te se upućuje na oprez prilikom zaključivanja o *true to type* statusu *sylvestris* jedinki (Myles i sur., 2011).

Dvodomnost i spol cvijeta

Divlja loza većinom je dvodomna, iako je unutar ukupnog *sylvestris* skupa utvrđen, manji broj hermafroditnih jedinki. Prisutnost hermafroditnih jedinki dovodi se u vezu s jedinkama kultivirane loze 'pobjeglih' iz uzgoja, hibridnim *vinifera-sylvestris* jedinkama, a u ovom radu su objedinjene pod nazivom feralne jedinke. Jedinka Im10 koja je hermafroditna, očekivano se filogenetski klasterirala sa sortama. Ipak, hermafroditne jedinke mogu se pojaviti i u križanjima muških i ženskih jedinki ukoliko je muški roditelj MH genotipa (Coito i sur., 2019), a ovo bi eventualno mogao biti i slučaj kod hermafroditne jedinke Psunj6 koja se klasterirala sa *sylvestris* jedinkama. Sve hermafroditne jedinke imale su alelnu kombinaciju APT3 markera 266/397/466.

Muške *sylvestris* jedinke gotovo su dvostruko više zastupljene od ženskih jedinki na gotovo svim populacijama što je u skladu s rezultatima nekih zapadnoeuropskih populacija ili istočnih s Transkavkaza (Karatas i sur., 2014; Benito i sur., 2017; Riaz i sur., 2018) iako može biti i obrnuta zastupljenost spolova (Cantos i sur., 2017).

APT3 markerom za spol cvijeta utvrđena je najčešća alelna kombinacija: 266/397/466 i u *in situ* jedinki i sjemenjaka i feralnih (hibridnih) jedinki. U *in situ* jedinki ovaj je genotip utvrđen u muških *sylvestris* jedinki i hermafroditnih, feralnih jedinki. Alel 336 utvrđen je u feralnih jedinki i u jednog sjemenjaka te može upućivati na introgresiju sa *vinifera* ili podlogama (Fechter i sur., 2012).

Sjemenjaci su u vrijeme evaluacije bili u juvenilnom stadiju i posađeni u posude za biljke te fenotip cvijeta nije bio uočen, slično kao kod Riaz i sur. (2013). Druga najčešća alelna kombinacija sjemenjaka (40% skupa) nije zabilježena u *in situ* jedinki (266/397), ali je zabilježena u jedne feralne ženske jedinke (Im1) što Fechter i sur. (2012) navode za ženski *sylvestris* genotip. SjGiz2 jedini je imao alelnu kombinaciju: 266/336/397, a na NJ stablu klasterirao se kod feralnih i hermafroditnih *in situ* jedinki, a alelna kombinacija dovodi se u vezu sa ženskim fenotipom (FF) (Fechter i sur., 2012). Alel 336 zabilježen je i u ženskih i muških jedinki povezanih s ženskim roditeljem od *V. riparia* (Fechter i sur., 2012). U feralnih jedinki, alel 336 također je uočen u jedinke Krka10 koja se na NJ stablu ukupnog skupa, klasterirala kod *V. riparia*, a feralna jedinka Krka13 se klasterirala sa *sylvestris* jedinkama. Prema utvrđenim najčešćim alelnim kombinacijama i najčešćem fenotipu cvijeta, može se pretpostaviti omjer muških naspram ženskih genotipova koji za *in situ* jedinke (*true to type*

i feralne) iznosi približno 2:1 (redom navođenja) dok je kod sjemenjaka omjer pretpostavljeno muških i ženskih bio približno 1:1.

5.4. Potencijal *sylvestris* u oplemenjivanju

Kvaliteta mošta

Sylvestris jedinke prosječno su nakupljale povoljan sadržaj šećera (88 – 100 °Oe), sličan *vinifera* sortama (prosječno 96 °Oe). Ovi rezultati su u skladu s istraživanjima *sylvestris* u Španjolskoj gdje je sadržaj šećera u moštu iznosio prosječno oko 89 °Oe (Cantos i sur., 2017). Povoljne sve pokazatelje sastava mošta, ovisno o godini, pokazale su četiri *sylvestris* jedinke Im11, Im14, Im17 i Krka20 (tablica 4.3.). Pojedine jedinke konzistentno su nakupljale visok sadržaj šećera (Im11 prosječno 106 °Oe) te su imale sadržaj šećera sličan *sylvestris* jedinkama turskih populacija (do 105 °Oe, Söylemezoğlu i sur., 2001). Marrano i sur. (2018) su uočili da sadržaj šećera u *sylvestris* bobica opada povećanjem njihove veličine. *Sylvestris* je prosječno imao niži pH te visok sadržaj ukupnih kiselina (do 24,57 g/l, Giz1). *Sylvestris* portugalskih populacija je ranije pokazao ekstremno visoke vrijednosti kiselina mošta (do 30 g/L) (Cunha i sur., 2007). U *sylvestris* je vidljivo smanjenje sadržaja kiselina porastom vrijednosti šećera (Im11), ili obrnuto, s porastom kiselina, niži sadržaj šećera (Giz1, Im17). Ako se uzmu u obzir i drastično manji pokazatelji prinosa *sylvestris* u odnosu na *vinifera* utvrđeni u ovom istraživanju (tablica 4. 2.) rezultati su u skladu i s drugim istraživanjima, poput Marrano i sur. (2018), ali i ranim navodima o malim dimenzijama grozda i potencijala *sylvestris* od prije 2000 godina (Ocete i sur., 2019). Meléndez i sur. (2016) navode kako *sylvestris* nije materijal koji bi dao dobro vino već se plod može koristiti u svrhu razmnožavanja. Ipak, u istraživanju istočnih *sylvestris* populacija uočen je i zadovoljavajući potencijal *sylvestris* loze za proizvodnju vina (Drori i sur., 2017). *Sylvestris* u Hrvatskoj je do sada pokazao različit antocijanski profil od *vinifera*, i pojedine jedinke su u tom svojstvu bile bliže kultiviranoj lozi (jedinka s Paklenice sorti Merlot) (Budić-Leto i sur., 2018). S obzirom na istaknuti problem mediteranskih vina koja su niske kiselosti i obojanosti *sylvestris* moguće ima potencijal za korištenje u oplemenjivanju kao donor gena (Cantos i sur., 2017).

Otpornost na gljivične bolesti

Otpornost na bolesti (pepelnicu, plamenjaču i sivu plijesan) nije posebno izražena u divlje *in situ* loze, iako je napad štetnih organizama rijetko uočavan (više na Krki i Grabu).

Uočen je jači napad pepelnice u odnosu na plamenjaču koja osim na lokalitetu Grab nije uočena u *sylvestris*. Pepelnica je izraženiji problem u Dalmaciji od plamenjače (Cvjetković, 2010). Napad sive plijesni osim na lokalitetu Imotski, nije uočen i kao i u *vinifera*, zbijeniji grozdovi pokazuju veću osjetljivost na ovu bolest nego rastresiti grozdovi kakvi su većinom kod *sylvestris*. Povezanost između zbijenih grozdova i napada sive plijesni često je istaknuta u literaturi (Rist i sur., 2016; 2018). Manji napad bolesti divlje loze moguće je posljedica višeg bazalnog imuniteta s obzirom na samostalni opstanak u prirodi (Margaryan i sur., 2019), ali i zbog moguće manje prisutnosti patogena uslijed drugih nepovoljnih čimbenika za njihov rast i razmnožavanje.

Sjemenjaci su u *in vivo* uvjetima uglavnom bili srednje otporni (oko 45% skupa) na napad pepelnice. Slično je i sa sortama koje su sve bile u području od srednje do vrlo otpornih. Između 35 i 40% sjemenjaka pokazalo je otpornost ili visoku otpornost na pepelnicu u uvjetima netretirane kolekcije kroz obje godine istraživanja. Kod metode lisnih isječaka (*in vitro*), jedinke su pokazale veću osjetljivost na bolesti (prosjek: 5,23) u odnosu na *in vivo* metodu (prosjek: 5,57) što je i opravdano s obzirom na umjetnu inokulaciju i ravnomjernu distribuciju inokuluma u prvom slučaju kod svih jedinki za razliku od varijabilnih uvjeta u netretiranoj kolekciji. Ipak, obje metode zasebno, bile su pouzdane. Sjemenjaci analizirani *in vitro* varirali su od srednje otpornih (49% skupa 2019. godine) do otpornih i vrlo otpornih (57% skupa u 2018. godini). Slično su i sorte pokazale srednju otpornost i otpornost, osim sorte Rukatac i Pošip bijeli 2019. godine, koje se kao bijele sorte i navode vrlo osjetljive i osjetjive na gljivične bolesti (Maletić i sur., 2015). Plamenjača u *in vivo* evaluaciji sjemenjaka nije uočena, a u *in vitro* uvjetima je pokazala prilično različite rezultate po sezoni (od 31% skupa, do 86% skupa). Do ovakve razlike moguće je došlo zbog modifikacije u samoj analizi, pri čemu je kapljica suspenzije spora uklonjena s lisnog diska nakon 24 sata kako bi se spriječio razvoj neciljanih mikroorganizama, ali s obzirom na mračne uvjete, gljiva moguće nije u potpunosti inficirala biljno tkivo u datom vremenu i uvjetima. Otpornost sorata na plamenjaču također je varirala između sezona, samo je jedna primka Pošipa bijelog bila visoko otporna obje godine što je suprotno praktičnim saznanjima o osjetljivosti ove sorte na plamenjaču. Zaključno, uz sve moguće nedostatke primijenjenih analiza, može se konstatirati da *sylvestris* u ovom istraživanju nije pokazao značajne razlike u razini otpornosti prema analiziranim bolestima u odnosu na kontrolne *vinifera* genotipove.

Analiziran je polimorfizam R-SSR lokusa za koje je nedavno utvrđena otpornost u *sylvestris* jedinki (Riaz i sur., 2013; 2020) te potpuna podudarnost Ren1 lokusa između *sylvestris* i *vinifera* (Riaz i sur., 2020). Kod *in situ* jedinki utvrđena je prisutnost R-alela 239 na lokusu SC47-18 koji je jedan od lokusa u kojih je zabilježeno i do 96% fenotipske raznolikosti prilikom QTL analize (Riaz i sur., 2020). Alel 239 dovodi se u vezu sa *sylvestris*

porijeklom, koji ima većina *sylvestris* jedinki u ovom istraživanju. Iznimno jedinke Im4 i Luk8 su imale alel 246 na istom lokusu koji se dovodi u vezu s *vinifera* porijeklom, a Luk8 bi bila zanimljiva za daljnja istraživanja s obzirom da na istom lokusu nosi i 239 i 246 alel otpornosti. Iako je lokus SC8-0071-014 bio vrlo informativan u istraživanju istočnih *sylvestris* populacija (Riaz i sur., 2020), u ovom istraživanju nisu detektirani R-aleli za ovaj lokus. Također niti za lokus GF09-46 za plamenjaču; moguće zbog stranog izvora otpornosti (*V. amurensis*), a i Zhao i sur. (2019) uočili su svega 48% fenotipske varijacije objašnjene ovim lokusom. U *in situ* jedinki, najviše jedinki s R-lokusima utvrđeno je unutar populacije Paklenica (18/32), dok je kod sjemenjaka Paklenice uočeno najmanje (2/15). Suprotno tome, sjemenjaci Gizdavca, u kojih je samo jedna *in situ* jedinka imala alel otpornosti (Giz2), koji nije niti naslijeđen u potomka (SjGiz4), imali su najveću raznolikost R-alela, većinom alela 239 (povezan sa *sylvestris* izvorom otpornosti). Ovi rezultati u usporedbi sa rezultatima populacije Paklenica, upućuju na mogući veći protok gena u populacije Gizdavac, nego 'zatvorenije' populacije Paklenica. Sjemenjaci koji su imali dva različita R-alela (SjGiz18, SjCer1 i SjCer23) pokazali su se otporni na pepelnicu u *in vivo* i *in vitro* analizama i mogli bi biti zanimljivi s aspekta piramidiziranja gena (Schwander i sur., 2012; Riaz i sur., 2019). Sjemenjaci populacije Cerovica (Bosna i Hercegovina) u ovom istraživanju prosječno su se pokazali najotporniji na pepelnicu, a i *sylvestris* uzorci korišteni za harmonizaciju R-alela, za koje su najprije detektirani R-lokusi, jesu porijeklom iz Bosne i Hercegovine. Alel 215 (na lokusu SC47-18) uočen u nekoliko sjemenjaka, prema Riaz i sur. (2020) ne dovodi se u vezu s otpornosti, ali je uočen u jedne otporne *sylvestris* jedinke, a sve jedinke s ovim alelom bile su uglavnom srednje otporne. Slično i alel 216 na lokusu UDV124, u prijašnjoj publikaciji (Riaz i sur., 2013), naveden kao R alel, u ovom istraživanju je utvrđen u jednog sjemenjaka i jedne *in situ* jedinke, a sjemenjak je pokazao srednju otpornost na pepelnicu. U *in situ* jedinki je za razliku od sjemenjaka, utvrđen alel 246 na lokusu SC47-18 u dvije jedinke (Im4 i Luk8), a u sjemenjaka su za razliku od *in situ* jedinki bili utvrđeni aleli 208 i 212 oba na lokusu UDV124. Moguće da je izostanak alela 246 u sjemenjaka povezan i s izostankom sjemenjaka lokaliteta Imotski i Lukovdol u kojih je alel utvrđen. Ovim istraživanjem utvrđena je srednja otpornost jedinki (sjemenjaka) koji su imali jedan R-alel što je potvrda novijih istraživanja o određenoj parcijalnoj otpornosti kod prisutnosti jednog alela (Töpfer, 2016) ili općenito Ren1 genske regije (Riaz i sur., 2020).

Sylvestris jedinke istraživane u ovom radu pokazale su relativno mali oplemenjivački potencijal u pogledu odabranih svojstava za analizu. Međutim, s obzirom na dokazanu genetsku strukturiranost *sylvestris* skupa i dugotrajne izloženosti istraživanih populacija prirodnoj selekciji, ipak se može pretpostaviti postojanje korisnih gena koji doprinose

njihovoj adaptabilnosti na značajne okolinske stresove (Margaryan i sur., 2019; Riaz i sur., 2020).

Zbog svega gore navedenog, bilo bi potrebno nastaviti i proširiti istraživanja u pravcu sakupljanja, karakterizacije i očuvanja prirodnih *sylvestris* populacija. Za detaljnija istraživanja upotrebne vrijednosti bilo bi korisno formirati *ex situ* kolekciju klonskih potomaka jedinki iz prirodnih populacija i sjemenjaka.

5.5. Feralne (ne-*sylvestris*) jedinke

Prikupljeni i analizirani uzorci *sylvestris* sa sedam lokaliteta analizirani su na više načina kako bi se u konačnici formirao pročišćeni *sylvestris* skup iz kojega bi se izdvojile feralne jedinke. Prema nekim autorima, feralnim jedinkama smatraju se kultivari pobjegli iz uzgoja (*escapes*) (Myles i sur., 2011; Biagini i sur., 2014; Zhou i sur., 2017), ili pak divlje feralne forme (hermafroditne biljke), 'prijelazni' genotipovi između *vinifera* i *sylvestris* (Riaz i sur., 2020), divlje jedinke koje imaju barem jednog *vinifera* roditelja i koje se još nazivaju i naturaliziranim formama (De Michele i sur., 2019), a koristi se i naziv feralna *sativa* (Drori i sur., 2017).

U ovom istraživanju feralnim jedinkama smatrane su one kod kojih je dokazan istovjetan genotip s nekim *vinifera* kultivarom (npr. Im2) ili hibridno porijeklo. Donošenje odluke o feralnom statusu jedinke započelo je selekcijom na terenu, prvenstveno na osnovi spola cvijeta, pri čemu hermafroditne jedinke u pravilu nisu uzorkovane za analizu, osim u slučaju kada su morfologijom upućivale na *sylvestris* (npr. Im10) ili sumnje na hibridno porijeklo (Im16). Potom su temeljem detaljne morfološke analize isključeni genotipovi koji su morfologijom podsjećali na sorte ili lozne podloge te koji su se putem filogenetske klaster analize svrstali među sorte ili podloge. Pročišćavanje ukupnog *sylvestris* skupa provedeno je slično kako je opisano kod De Andres i sur. (2012), osim što detekcija feralnih jedinki nije bila temeljena na roditeljskim analizama. Osim detekcije feralnih jedinki putem morfoloških i genetičkih analiza (NJ), nakon pročišćenja i formiranja pretpostavljeno *true to type* skupa jedinki, Structure analiza pokazala je dodatne feralne jedinke.

Analizom ukupnog pretpostavljenog *sylvestris* skupa, pomoću morfoloških (OIV) i mikrosatelitskih analiza (NJ) identificirano je 19% feralnih jedinki. Najviše feralnih jedinki zabilježeno je na lokalitetima Krka i Imotski. Oba lokaliteta nalaze se u blizini urbanih središta (Butorac i sur., 2018), a lokalitet Krka kao nacionalni park, pod strogom je zaštitom posljednjih 35 godina (od 1985. godine). U slučaju Nacionalnog parka Krka, eventualno se može pretpostaviti veća prisutnost vinograda u prošlosti s obzirom na bogatu sakralnu i kulturnu baštinu te ostatke starohrvatskih utvrda iz 14. st. Analiza Structure, koja daje

detaljniji uvid u genom jedinki, dodatno je unutar pretpostavljenog *true to type sylvestris* skupa identificirala jedinke miješanog *vinifera-sylvestris* genoma i takvih je jedinki također bilo oko 19% unutar pročišćenog skupa. Od ukupnog pretpostavljenog *sylvestris* skupa, svim provedenim analizama utvrđeno je 38% jedinki miješane genetske pozadine što je nešto više od podataka zabilježenih u drugim istraživanjima (19% kod De Andres i sur., 2012, ili 8% kod Arnold i sur. 2017). Morfološki se feralne jedinke nisu bitno razlikovale od pretpostavljeno *true to type* jedinki, osim prisutnosti hermafroditnih jedinki, većih listova većeg broja lisnih isječaka, što same morfološke metode u tom slučaju čini manje pouzdanima.

Na genetskoj osnovi, usporedbom alelnih frekvencija, utvrđeno je 11 alela u feralnih jedinki, specifičnih za lozne podloge (tablica 4. 10.) dok je jasnu genetsku razliku u smislu specifičnih alela između feralnih-*vinifera-sylvestris* bilo teško utvrditi zbog njihove velike sličnosti. Ipak, za šest feralnih jedinki koje posjeduju alele loznih podloga, može se pretpostaviti hibridno porijeklo. Od ovih jedinki dvije su se klasterirale s podlogama na NJ stablu (Krka5, Krka10), druge sa *vinifera* (Grab3, Grab4, Im16) ili sa *sylvestris* (Psunj6).

Lokaliteti Krka i Imotski imaju prevladavajući klorotip D koji se u literaturi dovodi u vezu sa *vinifera* i istočnim porijeklom populacija (Arroyo-García i sur., 2002; Castro i sur., 2013), a tu je i feralna jedinka klorotipa C, čije je klasteriranje bilo među *sylvestris* jedinkama. Klorotip C najčešći je klorotip hrvatskog *vinifera* sortimenta (Žulj Mihaljević, 2017). Introgresija u *vinifera* skupu veća je u zapadnoeuropskih sorti, dok skup hrvatskih sorata ima prosječni udio *sylvestris* genoma 9%. Udio genoma svojstven *vinifera* klasteru kod 'miješanih' *sylvestris* jedinki podjednak je između hrvatskog i europskog *vinifera* klastera. U istraživanju Riaz i sur. (2018), veći utvrđen broj *admixed* jedinki unutar *sylvestris* skupa zabilježen je kod istočnih populacija, dok je veći udio *admixed* genotipova unutar *vinifera* skupa zabilježen kod zapadnoeuropskih sorata. Temeljem analize spola cvijeta, u feralnih jedinki utvrđena je na APT3 lokusu najčešća kombinacija 266/397/466 svojstvena muškim i hermafroditnim jedinkama (Fechter i sur., 2012). Majčinska jedinka nekoliko sjemenjaka s Paklenice, ima određeni udio genoma *vinifera* što upućuje na miješanu genetsku pozadinu ne samo *in situ* jedinke nego i njezinih potomaka. Prema ovim istraživanjima, ali i drugim poput Zecca i sur. (2010), hibridizacija između *vinifera* i *sylvestris* je niska te *vinifera* uglavnom bude reproduktivno izolirana, najvjerojatnije zbog geografske udaljenosti između vinograda i šumskih populacija *sylvestris*, a i temeljem ovoga istraživanja moguće je pretpostaviti reduciran protok polena u jedinki udaljenih više od 100 metara (Biagini i sur., 2016). Niska razina polenom upravljano protoka gena (4 – 26 %), utvrđena je od *vinifera* prema *sylvestris* (Di Vecchi-Staraz i sur., 2009). Ovaj proces može biti i povoljan za očuvanje genetske varijacije i smanjenja tzv. *inbreeding* depresije. Problem

udaljenosti *sylvestris* populacija od vinograda istaknut je u više navrata (Schneider i sur., 2015; Riaz i sur., 2018), stoga je preporučena minimalna udaljenost od 10 kilometara kod istraživanja ovih podvrsta (Imazio i sur., 2013).

5.6. Roditeljske analize

Roditeljskom analizom *in situ sylvestris* jedinki nije bilo moguće utvrditi direktne roditelj-potomak veze, ali je simulacijom roditeljskog para izdvojeno 11 predloženih roditeljskih kombinacija s višim LOD i minimalnim brojem nepodudarajućih lokusa. Sve kombinacije sadržavale su jedinke iste populacije iz čega je evidentna unutar-populacijska genetska sličnost, često jedinki koje bliže rastu jedna drugoj što upućuje na određeni protok/cirkulaciju gena između fizički bliskih jedinki. Ovom analizom predložena su i dva para *sylvestris-vinifera*, no zbog nepodudaranja lokusa nuklearnog i kloroplastnog genoma, nije utvrđena direktna roditelj-potomak veza niti su rezultati ovdje posebno navođeni. Imazio i sur. (2015) navode da je gotovo nemoguće pronaći vezu između dviju podvrsta na temelju roditeljskih analiza i da današnje *sylvestris* jedinke prvo i drugo razrednih odnosa sa *vinifera*, mogu biti povezane događajima spontanog protoka gena. Za razliku od istraživanja De Andres i sur. (2012), De Michele i sur. (2019) i D'Onofrio (2020), roditeljskom analizom nije bio cilj utvrđivanje potencijalno feralnih jedinki, ali od ukupno 28 jedinki, uočene su tri feralne jedinke s Imotskog u predloženim roditeljskim kombinacijama čime se potvrđuje pouzdanost prethodno korištenih analiza (morfološke, NJ, Structure) u identifikaciji feralnih jedinki.

Puno roditeljstvo za skup od 40 sjemenjaka, apriori poznate majčinske jedinke, utvrđeno je za 23% sjemenjaka. Od ukupno utvrđene dvije očinske jedinke, kod očinske jedinke Pak28 zabilježen je veći broj sjemenjaka u odnosu na očinsku jedinku Giz2 što odgovara i manjoj udaljenosti Pak28 od receptora polena Pak29 u odnosu na 100 metara udaljenosti između roditeljskog para Giz1 i Giz2. Biagini i sur. (2016) su također uočili rjeđe srodstvene odnose na udaljenostima većim od 100 m. Rezultati upućuju na postojanje slobodne međuoplodnje unutar *sylvestris* populacija. Nije zabilježeno križanje s podlogama ili sortama nego sa *sylvestris* jedinkama istog lokaliteta. Ipak, očinska jedinka Pak28, klasterirala se na NJ stablu u blizini sorte Nepoznata 4, a putem Structure analize pokazala 26% genoma dodijeljenog hrvatskom i 4% europskom *vinifera* skupu.

Sjemenjaci kojima su utvrđena oba roditelja blisko su se uz njih vezali i na NJ stablu i to u oba slučaja više u očinskom dijelu klastera (slika 4.11.).

Pokušaj da se eksperimentalno potvrdi slobodna oplodnja i cirkulacija gena unutar pojedinih populacija genotipizacijom svih jedinki i roditeljskom analizom nije dao

jednostavan odgovor. Većina utvrđenih roditeljstava *in situ* jedinki dogodila se očekivano unutar pojedinih populacija uz samo dva slučaja mogućih veza s *vinifera* sortama za razliku od rezultata D'Onofrio (2020) koji je utvrdio veći udio *vinifera-sylvestris* hibrida unutar prirodnih populacija. Međutim, unatoč tome što su skoro na svim lokacijama uzorkovane brojne muške biljke u neposrednoj blizini ženskih biljaka, u slučaju mnogih analiziranih sjemenjaka oprašivač nije identificiran.

6. ZAKLJUČCI

1. Združenom analizom morfoloških svojstava i genotipizacijom pomoću mikrosatelitskih markera utvrđena je jasna genetska strukturiranost sjevernih i južnih *sylvestris* populacija, ali i pojedinačnih populacija gdje je uzorkovan veći broj jedinki, uz veću genetsku raznolikost južnih ($H_o=0,72$) i zapadnih ($H_o=0,60$) populacija u odnosu na sjeverne ($H_o=0,54$).
2. Primjenom 21 OIV deskriptora i 20 SSR markera uspješno su razdvojene sve *sylvestris* jedinke od kultivara plemenite loze i definiran skup svojstava za pouzdanu determinaciju *sylvestris* jedinki pri čemu su se OIV deskriptori: OIV4, OIV53, OIV65, OIV68, OIV79, OIV80, OIV84 i OIV151 pokazali najpolimorfnijima za identifikaciju *sylvestris* jedinki, a kod analize SSR markera utvrđeno je 12 privatnih alela unutar *sylvestris* populacija te još 15 alela čija je frekvencija u *sylvestris* setu veća od 30% i od drugih analiziranih grupa.
3. Tip cvijeta je glavni morfološki element pri razlikovanju *sylvestris* od kultivara plemenite loze pri čemu su *sylvestris* populacije dvodomne s većim brojem muških naspram ženskih jedinki. DNA marker APT3 je pokazao ograničenu upotrebu za determinaciju tipa cvijeta kod *sylvestris* i to kao molekularna potvrda homozigotnog stanja ženskog tipa cvijeta.
4. Kombinacijom morfoloških i genetskih analiza 112 istraživanih jedinki divlje loze iz sedam populacija, za 91 jedinku (81%) je utvrđeno da odgovaraju podvrsti *sylvestris*, dok je preostala 21 jedinka (19 %) izdvojena kao ne-*sylvestris* (feralna) biljka.
5. Utvrđena genetska varijabilnost *sylvestris* skupa u odnosu na kultivare plemenite loze i podloge je bila manja za sve korištene pokazatelje izračunate na temelju SSR podataka, uključujući i broj privatnih alela.
6. Modelnom rasporednom klaster analizom utvrđen je najvjerodostojniji broj izvornih populacija $K = 4$, od čega *sylvestris* čini jednu grupu, lozne podloge drugu, dok su kultivari plemenite loze podjeljeni u grupu zapadno-europskih kultivara i autohtonih hrvatskih kultivara.
7. Potvrđena je prisutnost dva klorotipa u pročišćenom skupu *sylvestris* populacija. U hrvatskih populacija prevladava klorotip A (64%), a potom slijedi klorotip D (36%). Klorotip D većinski je zastupljen u populacija s većim brojem jedinki označenih kao feralne. Iznimno je u feralnih jedinki utvrđen i jedan slučaj klorotipa C (Krka4).

8. Usporedbom genetskih profila, upotrebom različitih hijerarhijskih i nehijerarhijskih rasporednih i razvrstavnih klaster analiza *in situ* jedinki i populacije sjemenjaka utvrđen je protok gena u manjem obimu.
9. Analizom mošta *sylvestris* jedinki utvrđene su značajno više vrijednosti sadržaja ukupnih kiselina (prosječno 7,93 – 15,55 g/l) u odnosu na kultivare plemenite loze (prosječno 5,05 – 5,22 g/l).
10. Primjenom bioloških *in vivo* i *in vitro* metoda procjene otpornosti na najvažnije bolesti kod populacije sjemenjaka *sylvestris*, iako je utvrđen određeni broj relativno otpornih jedinki, nisu utvrđene značajne razlike u otpornosti *sylvestris* u odnosu na *vinifera*.
11. Procjenom otpornosti na najvažnije bolesti analizom genotipa četiri R-SSR lokusa *in situ* jedinki i populacije *sylvestris* sjemenjaka, utvrđen je veći broj jedinki koje posjeduju na jednom ili dva lokusa alele koje se u literaturi povezuje s otpornošću. R-alel najvećeg polimorfizma u istraživanom setu bio je SC47-18. Međutim, nije bilo značajne povezanosti između jedinki većeg stupnja otpornosti utvrđenog u biološkim testovima sa očekivano otpornim genotipovima. Jedinke koje imaju poželjne alele otpornosti, naročito dva alela i istovremeno su pokazale reakciju otpornosti u biološkim testovima (SjPak3, SjCer7, SjCer14, SjCer23) zaslužuju dodatna ispitivanja posebice s mogućnošću njihova korištenja u oplemenjivanju.
12. Temeljem fenotipske raznolikosti *sylvestris* populacija uključivši: visoku razinu kiselosti u grožđu, specifičnu arhitekturu grozda te djelomičnu razinu otpornosti na pepelnicu s utvrđenom prisutnosti R-alela, može se potvrditi pretpostavljena hipoteza o posjedovanju korisnih svojstava i gena unutar prirodnih *sylvestris* populacija za moderno oplemenjivanje vinove loze.

7. POPIS LITERATURE

1. Albizuri A.A., Cano A.G., López M. (2009). Distribución, ecología y caracterización in situ de la vid silvestre en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia). *Munibe Ciencias Naturales. Natur zientziak* (57): 15-34.
2. Alston J.M., Sambucci O. (2019). Grapes in the world economy. In *The Grape Genome*. Springer, Cham., str.1-24
3. Antcliff A.J. (1980). Inheritance of sex in *Vitis*. *Annales de l'Amelioration des Plantes* 30: 113–122.
4. Aradhya M.K., Dangl G.S., Prins B.H., Boursiquot J.M., Walker M.A., Meredith C.P., Simon C.J. (2003). Genetic structure and differentiation in cultivated grape, *Vitis vinifera* L. *Genetics Research* 81(3): 179-192.
5. Ardenghi N.M., Galasso G., Banfi E., Zoccola A., Foggi B., Lastrucci L. (2014). A taxonomic survey of the genus *Vitis* L. (Vitaceae) in Italy, with special reference to Elba Island (Tuscan Archipelago). *Phytotaxa* 166(3): 163-198.
6. Arnold C., Bachmann O., Schnitzler A. (2017). Insights into the *Vitis* complex in the Danube floodplain (Austria). *Ecology and Evolution* 7(19): 7796–7806.
7. Arnold C., Gillet F., Gobat J.M. (1998). Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* ssp. *Silvestris* en Europe. *Vitis - Journal of Grapevine Research* 159
8. Arroyo-García R., Lefort F., De Andrés M.T., Ibáñez J., Borrego J., Jouve N., Cabello F., Martínez-Zapater J.M. (2002). Chloroplast microsatellite polymorphisms in species. *Genome* 45: 1142–1149.
9. Arroyo-García R., Ruiz-García L., Bolling L., Ocete R., Lopez M.A., Arnold C., Ergul A., Söylemezoğlu G., Uzun H.I., Cabello F., Ibanez J., Aradhya M.K., Atanassov A., Atanassov I., Balint S., Cenis J.L., Costantini L., Gorislavets S., Grando M.S., Klein B.Y., McGovern P.E., Merdinoglu D., Pejic I., Pelsy F., Primikirios N., Risovannaya V., Roubelakis-Angelakis K.A., Snoussi H., Sotiri P., Tamhankar S., This P., Troshin L., Malpica J.M., Lefort F., Martínez-Zapater J.M. (2006). Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Molecular Ecology* 15 (12): 3707-3714.
10. Arroyo-García R.A., Cantos M., Benítez M.L., Martínez M.A.L., Cano A.G., Pérez C.A.O., Rubio R.O. (2016). Characterization of the largest relic Eurasian wild grapevine reservoir in Southern Iberian Peninsula. *Spanish journal of agricultural research* 14(3): 16.
11. Bacilieri R., Lacombe T., Le Cunff L., Di Vecchi-Staraz M., Laucou V., Genna B., Péros J.-P., This P., Boursiquot J.-M. (2013). Genetic structure in cultivated grapevines is linked to geography and human selection. *BMC Plant Biology* 13(1): 25.
12. Barth S., Forneck A., Verzeletti F., Blaich R., Schumann F. (2009). Genotypes and phenotypes of an ex situ *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* (Gmel.) Beger germplasm collection from the Upper Rhine Valley. *Genetic resources and crop evolution* 56(8): 1171-1181.
13. Benito A., Muñoz-Organero G., De Andres M.T., Ocete R., García-Muñoz S., López M.A., Cabello, F. (2017). Ex situ ampelographical characterisation of wild *Vitis vinifera* from fifty-one Spanish populations. *Australian journal of grape and wine research* 23(1): 143-152.
14. Biagini B., De Lorenzis G., Imazio S., Failla O., Scienza A. (2014). Italian wild grapevine (*Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris*) population: insights into eco-

- geographical aspects and genetic structure. *Tree genetics and genomes* 10(5): 1369-1385.
15. Biagini B., Imazio S., Scienza A., Failla O., De Lorenzis G. (2016). Renewal of wild grapevine (*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi) populations through sexual pathway: some Italian case studies. *Flora* 219: 85-93.
 16. Bodor P., Höhn M., Pedryc A., Deák T., Dücsö I., Uzun I., Bisztray G.D. (2010). Conservation value of the native Hungarian wild grape (*Vitis sylvestris* Gmel.) evaluated by microsatellite markers. *Vitis* 49(1): 23-27.
 17. Bonacci O., Andrić, I., Yamashiki Y. (2014). Hydrology of Blue Lake in the Dinaric karst. *Hydrological Processes* 28(4): 1890-1898.
 18. Botstein D., White R.L., Skolnick M., Davis R.W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *American journal of human genetics* 32(3): 314.
 19. Bouby L., Figueiral I., Bouchette A., Rovira N., Ivorra S., Lacombe T., Thierry Pastor, Picq S., Marinval P., Terral J. F. (2013). Bioarchaeological insights into the process of domestication of grapevine (*Vitis vinifera* L.) during Roman times in Southern France. *PLoS One* 8(5): e63195.
 20. Bowers J.E., Dangi G.S, Vignani R., Meredith C.P. (1996). Isolation and characterization of new polymorphic simple sequence repeat in loci in grape (*Vitis vinifera* L.). *Genome* 39: 628-633.
 21. Bowers J.E., Dangi G.S., Meredith C.P. (1999). Development and characterisation of additional microsatellite DNA markers for grape. *American Journal of Enology and Viticulture* 50(3): 243-246.
 22. Bryan G.J., McNicoll J., Ramsay G., Meyers R.C., De Jong W.S. (1999) Polymorphic simple sequence repeat markers in chloroplast genomes of Solanaceous plants. *Theoretical and applied genetics* 99: 859–867.
 23. Budić-Leto I., Mucalo A., Ljubenković I., Zdunić G. (2018). Anthocyanin profile of wild grape *Vitis vinifera* in the eastern Adriatic region. *Scientia horticultrae* 238: 32-37.
 24. Butorac L., Hančević K., Lukšić K., Škvorc Ž., Leko M., Maul E., Zdunić, G. (2018). Assessment of wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) chlorotypes and accompanying woody species in the Eastern Adriatic region. *Plos One* 13(6): e0199495.
 25. Cantos M., Arroyo-García R., García J.L., Lara M., Morales R., López M.Á., Gallardo A., Ocete C.A., Rodríguez Á., Valle J.M., González-Maestro M., Bánáti H., Ocete R., Vaca R. (2017). Current distribution and characterization of the wild grapevine populations in Andalusia (Spain). *Comptes rendus biologies* 340(3): 164-177.
 26. Castro I., Pinto-Carnide O., Ortiz J.M., Martin J.P. (2013). Chloroplast Genome Diversity in Portuguese Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Cultivars. *Molecular biotechnology* 54: 528–540.
 27. Cattonaro F., Testolin R., Scalabrin S., Morgante M., Gaspero G. D. (2013). Genetic Diversity in the Grapevine Germplasm. *Genomics of Plant Genetic Resources*, str. 683–704.
 28. Chung S.M., Staub J.E. (2003) The development and evaluation of consensus chloroplast primer pairs that possess highly variable sequence regions in a diverse array of plant taxa. *Theoretical and applied genetics* 107: 757–767.
 29. Coito J.L., Ramos M.J.N., Cunha J., Silva H.G., Amâncio S., Costa M.M.R., Rocheta M. (2017). VviAPRT3 and VviFSEX: Two Genes Involved in Sex Specification Able to Distinguish Different Flower Types in *Vitis*. *Frontiers in Plant Science* 8.

30. Coito J.L., Silva H.G., Ramos M.J.N., Cunha J., Eiras-Dias J., Amâncio S., Costa M.M.R., Rocheta M. (2019). *Vitis* flower types: From the wild to crop plants. *PeerJ* 7: e7879.
31. Coleman C., Copetti D., Cipriani G., Hoffmann S., Kozma P., Kovács L., Di Gaspero G. (2009). The powdery mildew resistance gene REN1 co-segregates with an NBS-LRR gene cluster in two Central Asian grapevines. *BMC Genetics* 10(1): 89.
32. Cunha J., Baleiras-Couto M., Cunha J. P., Banza J., Soveral A., Carneiro L. C., Eiras-Dias J. E. (2007). Characterization of Portuguese populations of *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(5): 981-988.
33. Cunha J., Ibáñez J., Teixeira-Santos M., Brazão J., Feveireiro P., Martínez-Zapater J. M., Eiras-Dias J. E. (2020). Genetic Relationships Among Portuguese Cultivated and Wild *Vitis vinifera* L. Germplasm. *Frontiers in Plant Science* 11:127.
34. Cunha J., Santos M.T., Brazao J., Carneiro L.C., Veloso M., Feveireiro P., Eiras-Dias J.E.J. (2010). Genetic diversity in Portuguese native *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* and ssp. *sylvestris*. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46(Special Issue).
35. Cvjetković B. (2010). Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze. *Zrinski dd, Čakovec*, 543.
36. D'Onofrio C. (2020). Introgression Among Cultivated and Wild Grapevine in Tuscany. *Frontiers in Plant Science* 11, 202.
37. De Andrés M.T., Benito A., Pérez-Rivera G., Ocete R., Lopez M. A., Gaforio L., Muñoz G., Cabello F., Martínez Zapater J.M., Arroyo-García R. (2012). Genetic diversity of wild grapevine populations in Spain and their genetic relationships with cultivated grapevines: Genetic diversity of wild grapevine populations from Spain. *Molecular Ecology* 21(4): 800–816.
38. De Michele R., La Bella F., Gristina A.S., Fontana I., Pacifico D., Garfi G., Motisi A., Crucitti D., Abbate L., Carimi F. (2019). Phylogenetic Relationship Among Wild and Cultivated Grapevine in Sicily: A Hotspot in the Middle of the Mediterranean Basin. *Frontiers in Plant Science* 10: 1506.
39. Di Gaspero G., Peterlunger E., Testolin R., Edwards K. J., Cipriani G. (2000). Conservation of microsatellite loci within the genus *Vitis*: Theoretical and Applied Genetics 101(1–2): 301–308.
40. Di Vecchi-Staraz M., Laucou V., Bruno G., Lacombe T., Gerber S., Bourse T., Boselli M., This P. (2009). Low level of pollen mediated gene flow from cultivated to wild grapevine: Consequences for the evolution of the endangered subspecies *Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris*. *The Journal of heredity* 100: 66-75.
41. Dincheva I., Badjakov I., Tsvetkov I., Dzhambazova T., Kondakova V., Batchvarova R. (2011). GC-MS determination of secondary metabolites in red wine from Bulgarian wild grape (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans* 14(6): 1331-1343.
42. Drori E. (2015). Deep sequencing of aDNA as a tool towards solving the mystery of Israel's lost grapevine varieties (preuzeto s: <https://www.youtube.com/watch?v=yl6Zph4mdPw>; 17.3.2019)
43. Drori E., Rahimi O., Marrano A., Henig Y., Brauner H., Salmon-Divon M., Netzer Y., Prazzoli M.L., Stanevsky M., Failla O., Grando M.S., Weiss E. (2017). Collection and characterization of grapevine genetic resources (*Vitis vinifera*) in the Holy Land, towards the renewal of ancient winemaking practices. *Scientific reports* 7: 44463.

44. Dzhambazova, T., Tsvetkov, I., Atanassov, I., Rusanov, K., Martínez-Zapater, J.M., Atanassov, A., Hvarleva, T. (2009). Genetic diversity in native Bulgarian grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) based on nuclear and chloroplast microsatellite polymorphisms 48: 115 – 121.
45. Earl D.A., vonHoldt, Bridgett M. (2012). Structure harvester: a website and program for visualizing Structure output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources 4 (2): 359-361.
46. Ekhvaia J., Akhalkatsi M. (2010). Morphological variation and relationships of Georgian populations of *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (CC Gmel.) Hegi. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 205(9): 608-617.
47. El Oualkadi A., Ater M., Laucou V., Boursiquot J. M., Lacombe T., Peros J. P., This P. (2011). Study of genetic relationships between wild and domesticated grapevine in the north of Morocco. International Journal of Biodiversity and Conservation 3(10): 512-526.
48. Emanuelli F., Lorenzi S., Grzeskowiak L., Catalano V., Stefanini M., Troggio M., Myles S., Martinez-Zapater J. M., Zyprian E., Moreira F. M., Grando M. S. (2013). Genetic diversity and population structure assessed by SSR and SNP markers in a large germplasm collection of grape. BMC Plant Biology 13:39.
49. Evanno G., Regnaut S., Goudet J. (2005). Detecting the number of clusters of individuals using the software structure: A simulation study. Molecular Ecology, 14(8): 2611–2620.
50. Fechter I., Hausmann L., Daum M., Sörensen T.R., Viehöver P., Weisshaar B., Töpfer R. (2012). Candidate genes within a 143 kb region of the flower sex locus in *Vitis*. Molecular Genetics and Genomics 287(3): 247-259.
51. Franks T., Botta R., Thomas M.R. (2002). Chimerism in grapevines: implication for cultivar identity, ancestry and genetic improvement. Theoretical and Applied Genetics 104: 192-199.
52. Gadoury D.M., Cadle-Davidson L., Wilcox W.F., Dry I.B., Seem R.C., Milgroom, M.G. (2012). Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. Molecular plant pathology 13(1): 1-16.
53. García R.A.A., Revilla E. (2013). The current status of wild grapevine populations (*Vitis vinifera* ssp *sylvestris*) in the Mediterranean basin. Agricultural and Biological Sciences. "The Mediterranean Genetic-Code-Grapevine and Olive 51-72.
54. Ghaffari S., Hasnaoui N., Zinelabidine L. H., Ferchichi A., Martínez-Zapater J. M., Ibáñez J. (2014). Genetic diversity and parentage of Tunisian wild and cultivated grapevines (*Vitis vinifera* L.) as revealed by single nucleotide polymorphism (SNP) markers. Tree genetics and genomes 10(4): 1103-1112.
55. Ghaffari S., Hasnaoui N., Zinelabidine L.H., Ferchichi A., Martínez-Zapater J.M., Ibáñez J. (2013). Genetic identification and origin of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) in Tunisia. American Journal of Enology and Viticulture 64(4): 538-544.
56. Grassi F., Arroyo-García R. (2020). Origins and Domestication of the Grape. Frontiers in Plant Science 11: 1176.
57. Grassi F., Labra M., Imazio S., Spada A., Sgorbati S., Scienza A., Sala F. (2003). Evidence of a secondary grapevine domestication centre detected by SSR analysis. Theoretical and Applied Genetics 107(7): 1315-1320.
58. Greiner S., Sobanski J., Bock R. (2015). Why are most organelle genomes transmitted maternally? Bioessays 37(1): 80-94.

59. Hassler M. (2020). World Plants: World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov 2018). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2020-04-16 Beta (Roskov Y.; Ower G.; Orrell T.; Nicolson D.; Bailly N.; Kirk P.M.; Bourgoin T.; DeWalt R.E.; Decock W.; Nieukerken E. van; Penev L.; eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
60. Herzog K., Wind R., Töpfer R. (2015). Impedance of the grape berry cuticle as a novel phenotypic trait to estimate resistance to *Botrytis cinerea*. *Sensors* 15(6): 12498-12512.
61. Hoffmann S., Di Gaspero G., Kovács L., Howard S., Kiss E., Galbács Z., Kozma P. (2008). Resistance to *Erysiphe necator* in the grapevine 'Kishmish vatkana' is controlled by a single locus through restriction of hyphal growth. *Theoretical and Applied Genetics* 116(3): 427-438.
62. Hu S., Sablok G., Wang B., Qu D., Barbaro E., Viola R., Li M., Varotto C. (2015). Plastome organization and evolution of chloroplast genes in *Cardamine* species adapted to contrasting habitats. *BMC Genomics* 16:306
63. Imazio S., De Lorenzis G., Biagini B., Maghradze D., Scienza A., Failla O. (2015). *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* and *sativa*; so far, so close: a 20 SSR based comparison of the two taxa. *Vitis-Journal of Grapevine Research* 54: 229-232.
64. Imazio S., Labra M., Grassi F., Scienza A., Failla O. (2006). Chloroplast microsatellites to investigate the origin of grapevine. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 1003–1011.
65. Imazio S., Maghradze D., De Lorenzis G., Bacilieri R., Laucou V., This P., Scienza A., Failla O. (2013). From the cradle of grapevine domestication: molecular overview and description of Georgian grapevine (*Vitis vinifera* L.) germplasm. *Tree Genetics and Genomes* 9(3): 641-658.
66. Jacquat C., Martinoli D. (1999). *Vitis vinifera* L.: wild or cultivated? Study of the grape pips found at Petra, Jordan; 150 BC–AD 40. *Vegetation History and Archaeobotany* 8(1-2): 25-30.
67. Kalinowski S.T., Taper M.L., Marshall T.C. (2007). Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology* 16: 1099-1006.
68. Karasik A., Rahimi O., David M., Weiss E., Drori E. (2018). Development of a 3D seed morphological tool for grapevine variety identification, and its comparison with SSR analysis. *Scientific reports* 8(1): 1-9.
69. Karatas D.D., Karatas H., Garcia-Munoz S. (2014). Morphological characterization of endangered wild grapevine *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* in Eastern Turkey. *Journal of the American Pomological Society* 68(1): 14-23.
70. Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. (2018) MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35: 1547-1549.
71. Lacombe T., Boursiquot J. M., Laucou V., Di Vecchi-Staraz M., Péros J. P., This P. (2013). Large-scale parentage analysis in an extended set of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 126(2): 401-414.
72. Lacombe T., Laucou V., Di Vecchi M., Bordenave L., Bourse T., Siret R., David J., Boursiquot J.-M., Bronner A., Merdinoglu D., This P. (2003). Inventory and characterization of *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* in France. *Acta Hort.* 603: 553-557.
73. Laucou V., Lacombe T., Dechesne F., Siret R., Bruno J.-P., Dessup M., Dessup T., Ortigosa P., Parra P., Roux C., Santoni S., Varès D., Péros J.-P., Boursiquot

- J.-M., This P. (2011). High throughput analysis of grape genetic diversity as a tool for germplasm collection management. *Theoretical and applied genetics* 122 (6): 1233-1245.
74. Ledesma-Krist G. M., Nick P., Daumann J., Maul E., Dister, E. (2014). Überlebenssicherung der Wildrebe *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (CC Gmel.) Hegi in den Rheinauen durch gezieltes in situ-Management. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
 75. Maçanita M.A., Santos R., Gomes C.A. (2018). Unravelling the origin of *Vitis vinifera* L. Verdelho. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 24(4): 450-460.
 76. Maghradze D., Salimov V., Melyan G., Musayev M., Ocete C. A., Chipashvili R., Failla, O., Ocete, R. (2015). Sanitary status of the Eurasian wild grapevine in the South Caucasian region. *Vitis* 54: 203-205.
 77. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I. (2008). *Vinova loza - ampelografija, ekologija, oplemenjivanje*. Školska knjiga Zagreb 49: 36-108.
 78. Maletić E., Kontić J., Ilijaš I. (Eds.). (2015). *Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze = Green book; indigenous grapevine varieties of Croatia*. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode.
 79. Maletić E., Pejić I., Kontić J. K., Zdunić D., Preiner D., Šimon S., Stupić D. (2015a). Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties. *Vitis-Journal of Grapevine Research* 54: 93-98.
 80. Margaryan K., Maul E., Muradyan Z., Hovhannisyan A., Melyan G., Aroutiounian R. (2019). Evaluation of breeding potential of wild grape originating from Armenia. In *BIO Web of Conferences* 15: 01006. EDP Sciences.
 81. Marrano A., Micheletti D., Lorenzi S., Neale D., Grando M. S. (2018). Genomic signatures of different adaptations to environmental stimuli between wild and cultivated *Vitis vinifera* L. *Horticulture research* 5(1), 34.
 82. Martinson T., Cadle-Davidson L. (2018). *The Phenotyping Bottleneck* (preuzeto s: https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/c/7890/files/2019/01/The-Phenotyping-Bottleneck-_Wines-and-Vines-Dec-2018-1w6gc3o.pdf; 20.9.2020.)
 83. Massonnet M., Cochetel N., Minio A., Vondras A. M., Lin J., Muyle A., García J. F., Zhou Y., Delledonne M., Riaz S., Figueroa-Balderas R., Gaut B. S., Cantu D. (2020). The genetic basis of sex determination in grapes. *Nature Communications* 11(1): 2902.
 84. Matsuoka Y., Vigouroux Y., Goodman M. M., Sanchez J.G., Buckler E., Doebley J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc Natl Acad Sci USA* 99(9): 6080-6084.
 85. Maul i sur. (2020). *Vitis International Variety Catalogue*. [Www.vivc.de](http://www.vivc.de);18.6.2020
 86. McGovern P., Jalabadze M., Batiuk S., Callahan M. P., Smith K. E., Hall G. R., Kvavadze E. Maghradze D., Rusishvili N., Bouby L., Failla O., Cola G., Mariani L., Boaretto E., Bacilieri R., This P., Wales N., Lordkipanidze D. (2017). Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 114(48): E10309-E10318.
 87. Meléndez E., Puras P., García J. L., Cantos M., Gómez-Rodríguez J. A., Íñiguez M., Rodríguez Á., Valle J. M., Arnold C., Ocete C., A., Ocete R. (2016). Evolution of wild and feral vines from the Ega river gallery forest (Basque country and Navarra, Spain) from 1995 to 2015. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 50 (2): 65-75.
 88. Mercati F., De Lorenzis G., Brancadoro L., Lupini A., Abenavoli M.R., Barbagallo M.G., Di Lorenzo R., Scienza A., Sunseri F. (2016). High-throughput 18K SNP

- array to assess genetic variability of the main grapevine cultivars from Sicily. *Tree Genetics and Genomes* 12(3): 59.
89. Merdinoglu D, Wiedemann-Merdinoglu S, Coste P, Dumas V, Haetty S, Butterlin G, Greif C. 2003. Genetic analysis of downy mildew resistance derived from *Muscadinia rotundifolia*. *Acta Hort* 603:451–456.
 90. Merdinoglu D., Butterlin G., Bevilacqua L., Chiquet V., Adam-Blondon A.-F., Decroocq S. (2005). Development and characterization of a large set of microsatellite markers in grapevine (*Vitis vinifera* L.) suitable for multiplex PCR. *Molecular Breeding* 15(4): 349–366.
 91. Miličević T., Cvjetković B. (2017). Strane vrste fitopatogenih gljiva i pseudogljiva (neomicete) introducirane i udomaćene u Hrvatskoj na kultiviranom bilju. *Glasilo biljne zaštite* 17(4): 413-418.
 92. Miller A.J., Gross B.L. (2011). From forest to the field: Perennial fruit crop domestication. *Am. J. Bot.* 98: 1389–1414
 93. Myles S., Boyko A.R., Owens C.L., Brown P.J., Grassi F., Aradhya M.K., Bustamante C.D. (2011). Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(9): 3530-3535.
 94. Negru A.M. (1938). Evolution of cultivated forms of grapes. *Comptes Rendus (Doklady) de l'Academie des Sciences de l'URSS* 18: 585–588.
 95. Nicolas S.D., Péros J.P., Lacombe T., Launay A., Le Paslier M.C., Bérard A., Mangin B., Valière S., Martins F., Le Cunff L., Bacilieri R., Dereeper A., Chatelet P., This P., Doligez A., Laucou V. (2016). Genetic diversity, linkage disequilibrium and power of a large grapevine (*Vitis vinifera* L) diversity panel newly designed for association studies. *BMC plant biology* 16(1): 74.
 96. Nicolè S., Barcaccia G., Erickson D. L., Kress J. W., Lucchin M. (2013). The coding region of the UFGT gene is a source of diagnostic SNP markers that allow single-locus DNA genotyping for the assessment of cultivar identity and ancestry in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *BMC research notes* 6(1): 502.
 97. Nikolić T. (2020). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Flora Croatica baza podataka (preuzeto s: <http://hirc.botanic.hr/fcd>; 14.9.2020.).
 98. Ocete C. A., Arroyo R., Lovicu G., Rodríguez-Miranda Á., Valle J.M., Cantos M., García J.L., Lara M., González De Canales F., Llompert J., Rodríguez E.M., Weiland C.M., Ocete R. (2019). An inventory of the relic Eurasian wild grapevine populational nuclei in Huelva province (Andalusia, Spain). *Vitis* 58 (2):53-57.
 99. Ocete R., López M.Á., Gallardo A., Arnold C. (2008). Comparative analysis of wild and cultivated grapevine (*Vitis vinifera*) in the Basque Region of Spain and France. *Agriculture, ecosystems and environment* 123(1-3): 95-98.
 100. Ocete R., Muñoz-Organero G., López M.Á., Izquierdo M.Á.P., Benito A., Cabello F., Valle J.M. (2011). Environmental, sanitary and ampelographic characterization of wild grapevine in Western Pyrenees (Spain, France). *Oeno One* 45(1): 1-12.
 101. Ocete R., Valle J. M., Izquierdo M. Á. P., López M. Á., Failla O., Vargas A. M., Pérez Izquierdo M.A., Santana J.C., Hidalgo E., Arroyo-García R. (2014). In situ and genetic characterization of wild grapevine populations in the Castilian and Leon region (Spain). *Oeno One* 48(3): 111-122.
 102. Pagnoux C., Bouby L., Ivorra S., Petit C., Valamoti S. M., Pastor T., Terral J.F. (2015). Inferring the agrobiodiversity of *Vitis vinifera* L.(grapevine) in ancient Greece by comparative shape analysis of archaeological and modern seeds. *Vegetation History and Archaeobotany* 24(1): 75-84.

103. Peakall R., Smouse P.E. (2012). GenAIEx 6.5: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research--an update. *Bioinformatics* 28(19): 2537–2539.
104. Picq S., Santoni S., Lacombe T., Latreille M., Weber A., Ardisson M., Ivorra S., Maghradze D., Arroyo-García R., Chatelet P., Terral J.-F., Bacilieri R., This P. (2014). A small XY chromosomal region explains sex determination in wild dioecious *V. vinifera* and the reversal to hermaphroditism in domesticated grapevines. *BMC plant biology* 14(1): 229.
105. Pirrello C., Mizzotti C., Tomazetti T. C., Colombo M., Bettinelli P., Prodorutti D., Masiero S. (2019). Emergent Ascomycetes in viticulture: an interdisciplinary overview. *Frontiers in Plant Science* 10:1394.
106. Pleše T., Sekulić P., Mostarčić B. (2018). Ususret četvrtom desetljeću od početka istraživanja benediktinske opatije sv. Mihovila arkandela na rudini. *Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi* (7.), str. 91-135.
107. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155(2): 945–959.
108. Radić T., Hančević K., Likar M., Regvar M., Zdunić G. (2018). High incidence of arbuscular mycorrhizal fungi in rare and endangered wild grapevine. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 152(5): 1075-1078.
109. Ramos M.J.N., Coito J.L., Silva H.G., Cunha J., Costa M.M.R., Rocheta M. (2014). Flower development and sex specification in wild grapevine. *BMC genomics* 15(1): 1095.
110. Ramos MJ, Coito JL, Fino J, Cunha J, Silva H, de Almeida PG, Costa MM, Amâncio S, Paulo OS, Rocheta M. (2017). Deep analysis of wild *Vitis* flower transcriptome reveals unexplored genome regions associated with sex specification. *Plant Molecular Biology* 93(1-2): 151-170.
111. Regner F., Hanck R. (2017). Genotyping grapevine with chloroplast markers and limits of the method. *Acta Horticulturae* 1157, IX International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology 1157(23): 143-150.
112. Regner F., Stadlhuber A., Eisenheld C., Kaserer H. (2000). Considerations about the evolution of grapevine and the role of Traminer. *Acta Horticulturae* 528: 179–184.
113. Riaz S., Boursiquot J.M., Dangl G.S., Lacombe T., Laucou V., Tenschler A.C., Walker M.A. (2013). Identification of mildew resistance in wild and cultivated Central Asian grape germplasm. *BMC plant biology* 13(1): 149.
114. Riaz S., De Lorenzis G., Velasco D., Koehmstedt A., Maghradze D., Bobokashvili Z., Musayev M., Zdunic G., Laucou V., Andrew Walker M., Failla O., Preece J.E., Aradhya M., Arroyo-García R. (2018). Genetic diversity analysis of cultivated and wild grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions around the Mediterranean basin and Central Asia. *BMC Plant Biology* 18(1): 137.
115. Riaz S., Menéndez C.M., Tenschler A. (2020). Genetic mapping and survey of powdery mildew resistance in the wild Central Asian ancestor of cultivated grapevines in Central Asia. *Hortic Res* 7: 104.
116. Riaz S., Pap D., Uretsky J., Laucou V., Boursiquot J. M., Kocsis L., Walker M.A. (2019). Genetic diversity and parentage analysis of grape rootstocks. *Theoretical and Applied Genetics* 132(6): 1847-1860.
117. Rist F., Herzog K., Mack J., Richter R., Steinhage V., Töpfer R. (2018). High-precision phenotyping of grape bunch architecture using fast 3D sensor and automation. *Sensors* 18(3): 763.

118. Rist F., Herzog K., Töpfer R. (2016). Automated evaluation and comparison of grapevine genotypes by means of grape cluster architecture. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* (186): 55.
119. Rivera D., Miralles B., Obón C., Carreño E., Palazón J. A. (2007). Multivariate analysis of *Vitis* subgenus *Vitis* seed morphology. *Vitis* 46(4): 158.
120. Schneider A., Boccacci P., Ruffa P., Torello Marinoni D., Cavallo L., Festari I., Rotti G., Raimondi S. (2015). Identification and characterization of *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* populations in north-western Italy. *Vitis* 54 (special issue): 223 – 225.
121. Schröder S., Kortekamp A., Heene E., Daumann J., Valea I., Nick P. (2015). Crop wild relatives as genetic resources – the case of the European wild grape. *Canadian Journal of Plant Science* 95(5): 905–912.
122. Schwander F., Eibach R., Fechter I., Hausmann L., Zyprian E., Töpfer R. (2012). Rpv10: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics* 124: 163–176.
123. Sefc K. M., Lefort F., Grando M. S., Scott K. D., Steinkellner H., Thomas M.R. (2001). Microsatellite markers for grapevine: a state of the art. In *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine*, Springer, Dordrecht, str. 433-463.
124. Sefc K.M., Lopes M.S., Lefort F., Botta R., Roubelakis-Angelakis K.A., Ibáñez J., Pejić I., Wagner H.W., Glössl J., Steinkellner H. (2000). Microsatellite variability in grapevine cultivars from different European regions and evaluation of assignment testing to assess the geographic origin of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 498–505.
125. Sefc K.M., Regner F., Turetschek E., Glössl J., Steinkellner H. (1999). Identification of microsatellite sequences in *Vitis riparia* and their applicability for genotyping of different *Vitis* species. *Genome* 42(3): 367-373.
126. Snoussi H., Slimane M.H.B., Ruiz-García L., Martínez-Zapater J.M., Arroyo-García R. (2004). Genetic relationship among cultivated and wild grapevine accessions from Tunisia. *Genome* 47(6): 1211-1219.
127. Söylemezoğlu G., Aĝaoğlu Y.S., Uzun H.I. (2001). Ampelographic characteristics and isozymic analysis of *Vitis vinifera* spp. *sylvestris* Gmel. in southwestern Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 15(2): 106-113.
128. Staudt G. (1997). Evaluation of resistance to grapevine powdery mildew (*Uncinula necator* [Schw.] Burr., anamorph *Oidium tuckeri* Berk.) in accessions of *Vitis* species. *Vitis* 36(3): 151-154.
129. Steudel E.G. (1841). *Nomenclator botanicus: seu: Synonymia plantarum universalis, enumerans ordine alphabetico nomina atque synonyma, tum generica tum specifica, et a Linnaeo et a recentioribus de re botanica scriptoribus plantis phanerogamis imposita* (Vol. 2). Typis et sumptibus JG Cottae.
130. Summers K., Amos W. (1997). Behavioral, ecological and molecular genetic analyses of reproductive strategies in the Amazonian dart-poison frog, *Dendrobates ventrimaculatus*. *Behavioral Ecology* 8: 260-267.
131. Sunseri F., Lupini A., Mauceri A., De Lorenzis G., Araniti F., Brancadoro L., Mercati F. (2018). Single nucleotide polymorphism profiles reveal an admixture genetic structure of grapevine germplasm from Calabria, Italy, uncovering its key role for the diversification of cultivars in the Mediterranean Basin. *Australian journal of grape and wine research* 24(3): 345-359.
132. Šugar I. (2008). *Hrvatski biljni imenoslov*. Matica Hrvatska.
133. Šugar I., Gostl I., Hazler Pilepić K. (2002). *Hrvatsko biljno nazivlje: analiza hrvatskog biljnog nazivlja u djelu Liber de simplicibus Benedicti Rinij*.

134. Šulek B. (1879). Jugoslavenski imenik bilja. Vinjaga. Jugoslavenska Akademija znanosti i umjetnosti. Zagreb, 432.
135. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Grando S. (2004). Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theoretical and Applied Genetics* 109(7): 1448-1458.
136. This P., Lacombe T., Thomas M.R. (2006). Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics* 22(9): 511-519.
137. Thomas M.R., Scott N.S. (1993). Microsatellite repeats in grapevine reveal DNA polymorphisms when analysed as sequence-tagged sites (STSs). *Theoretical and Applied Genetics* 86: 985-990.
138. TIBCO, S. v. 13.3. 0, TIBCO Software Inc, Palo Alto, CA, USA; 2017.
139. Töpfer (2016). Innovine. (preuzeto s: <https://www.youtube.com/watch?v=yabybLAqPbl>, pristupljeno 23.06.2020.)
140. Töpfer R., Hausmann L., Harst M., Maul E., Zyprian E., Eibach R. (2011). New horizons for grapevine breeding. *Methods Temperate Fruit Breed* 5: 79-100.
141. Trad M., Harbi M. (2019). Towards a bio-morphometric approach for the discrimination between wild and domesticated vines under Mediterranean environment. — *Fl. Medit.* 29: 247-262. 2019. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online. (preuzeto s: https://www.herbmedit.org/flora/FL29_247-262.pdf; 22.9.2020.)
142. Turković Z., Sučević-Šafar O. (1953). Analize *Vitis silvestris*. *Agronomski Glasnik Zagreb* 3 (11 – 12): 817 – 824.
143. Vezzulli S., Vecchione A., Stefanini M. (2018). Downy mildew resistance evaluation in 28 grapevine hybrids promising for breeding programs in Trentino region (Italy). *European journal of plant pathology* 150: 485–495.
144. Vieira M.L.C., Santini L., Diniz A.L., Munhoz C.D.F. (2016). Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. *Genetics and molecular biology* 39(3): 312-328.
145. Waits L.P., Luikart G., Taberlet P. (2001). Estimating the probability of identity among genotypes in natural populations: cautions and guidelines. *Molecular Ecology* 10: 249-256.
146. Walker M.A., Heinitz C., Riaz S., Uretsky J. (2019). Grape Taxonomy and Germplasm. In *The Grape Genome* Springer, Cham., str. 25-38.
147. Weising K., Gardner R.C. (1999). A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphisms in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms. *Genome* 42: 9–19.
148. Xie, H., Jiao, J., Fan, X. (2017). The complete chloroplast genome sequence of Chinese wild grape *Vitis amurensis* (Vitaceae: *Vitis* L.). *Conservation Genet Resour* 9: 43–46.
149. Zdunic G., Maul E., Dias J.E., Organero G.M., Carka F., Maletic E., Ivanisevic, D. (2017a). Guiding principles for identification, evaluation and conservation of *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris*. *Vitis* 56(3): 127-131.
150. Zdunic G., Hančević K., Butorac L., Mucalo A., Radić T., Budić-Leto I., Leko M., Beljo J., Mandić A., Šimon S., Maletić E. (2015). Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* Gmel.) predak plemenite vinove loze. Istraživanja uz Krku i Neretvu, Institut za jadranske kulture i melioraciju krša Split, str. 13 – 70.
151. Zdunic G., Hančević K., Leko M., Butorac L., Mucalo A., Radić T., Maletić E. (2016). Phenotypic and molecular identification of wild grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) in eastern Adriatic karstic region. In X International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology.

152. Zdunić G., Lukšić K., Nagy Z.A., Mucalo A., Hančević K., Radić T., Butorac L., Jahnke G.G., Kiss E., Ledesma-Krist G., Regvar M., Likar M., Piltaver A., Žulj Mihaljević M., Maletić E., Pejić I., Werling M., Maul E. (2020). Genetic Structure and Relationships among Wild and Cultivated Grapevines from Central Europe and Part of the Western Balkan Peninsula. *Genes* 11: 962.
153. Zdunić G., Maul E., Hančević K., Leko M., Butorac L., Mucalo A., Radić T., Šimon S., Budić-Leto I., Mihaljević M. Ž., Maletić E. (2017). Genetic Diversity of Wild Grapevine [*Vitis vinifera* L. subsp. *Sylvestris* (Gmel.) Hegi] in the Eastern Adriatic Region. *American Journal of Enology and Viticulture* 68(2): 252–257.
154. Zecca G., Abbott J.R., Sun W.B., Spada A., Sala F., Grassi F. (2012). The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 62(2): 736-747.
155. Zecca G.A., De Mattia F., Lovicu G., Labra M., Sala F., Grassi F. (2010). Wild grapevine: silvestris, hybrids or cultivars that escaped from vineyards? *Molecular evidence in Sardinia. Plant Biology* 12(3): 558-562.
156. Zender D., Schneider P., Töpfer R., Zyprian E. (2017). Fine mapping of Ren3 reveals two loci mediating hypersensitive response against *Erysiphe necator* in grapevine. *Euphytica* 213(3): 68.
157. Zhao H., Ju Y., Jiang J., Min Z., Fang Y., Liu C. (2019). Downy mildew resistance identification and SSR molecular marker screening of different grape germplasm resources. *Scientia Horticulturae* 252: 212-221.
158. Zhou Y., Massonnet M., Sanjak J. S., Cantu D., Gaut B. S. (2017). Evolutionary genomics of grape (*Vitis vinifera* ssp. *Vinifera*) domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(44): 11715–11720.
159. Zhou Y., Muyle A., Gaut B.S. (2019). Evolutionary genomics and the domestication of grapes. In *The grape genome*, Springer, Cham., str. 39-55.
160. Zima D., Štefanić E., Kovačević V. (2019). Florni sastav suhog travnjaka na području rudine. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci* 7(1): 411-424.
161. Zoghalmi N., Riahi L., Laucou V., Mliki A., Ghorbel A., This P. (2013). Genetic structure of endangered wild grapevine *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* populations from Tunisia: Implications for conservation and management. *Forest ecology and management* 310: 896-902.
162. Zyprian E., Töpfer R. (2005). Development of microsatellite derived markers for Grapevine genotyping and genetic mapping. In NCBI: GeneBank, Acession number BV681754. (preuzeto s: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/BV681754>, 05.10.2020.)
163. Žulj Mihaljević (2017). Analiza genetske strukture i srodstva hrvatskih autohtonih sorti vinove loze. *Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, str. 1-192.

8. ŽIVOTOPIS

Katarina Lukšić rođena je 10.11.1990. u Sarajevu (Bosna i Hercegovina). Srednjoškolsko obrazovanje stekla je u općoj gimnaziji Fran Galović u Koprivnici. Završila je preddiplomski studij zaštite bilja radom „Brojnost i vrste štitastih ušiju na sortama masline Leccino i Pendolino na području Metkovića“ i diplomski studij fitomedicine 2014. godine na Agronomskom fakultetu u Zagrebu diplomskim radom „Suzbijanje ličinki kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) novim insekticidima za tretiranje sjemena“, s najvećom pohvalom (*summa cum laude*). Nakon završenog studija, kraće vrijeme radi u tvrtki Syngenta d.o.o. odjel podrške prodaji sjemena i sredstava za zaštitu bilja, u okviru studentskih poslova te godinu dana na stručnom osposobljavanju u Savjetodavnoj službi u Zagrebu kao asistent u koordinaciji nadzora integrirane poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj.

Zaposlena je od 2016. godine na Institutu za jadranske kulture i melioraciju krša na Zavodu za biljne znanosti u okviru projekta “Razvoj karijera mladih istraživača, izobrazba novih doktora znanosti” Hrvatske zaklade za znanost. Istraživanja za izradu njezinog doktorskog rada započeta su projektom Divlja loza (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*): vrijedni izvor gena za oplemenjivanje vinove loze. Područje znanstveno-istraživačkog rada pristupnice su genetska istraživanja populacija divlje loze na području Hrvatske. Stručno usavršavanje iz područja genetike vinove loze, ostvarila je boravkom na prestižnom Julius Kuhn Institutu u Njemačkoj (2017) gdje je stekla praktično iskustvo u primjeni DNA markera. Putem stipendije British Scholarship Trust, na Sveučilištu Reading, School of Agriculture Policy and Development (2018) ostvarila je dodatno usavršavanje iz područja biljne genetike vinove loze te na Agronomskom fakultetu u Zagrebu na Zavodu za oplemenjivanje bilja, genetiku i biometriku (2020) usavršavanje iz područja roditeljske analize na osnovi DNA markera.

Na smjeru Vinogradarstvo i vinarstvo studija Mediteranska poljoprivreda trenutno sudjeluje kao asistentica iz tri predmeta Osnove vinogradarstva, Vinogradarska praksa 1 i Vinogradarska praksa 2.

Popis objavljenih znanstvenih radova:

Znanstveni radovi iz skupine a1

1. Zdunić G., Maul E., **Lukšić K.**, Mucalo A., Hančević K., Radić T., Butorac L., Budić Leto I., Leko M., Regvar M., Likar M., Piltaver A., Žulj Mihaljević M., Pejić I., Maletić E. (2019). Inventory and descriptions of wild grapevine (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) from Slovenia, Croatia and Bosnia and Herzegovina. *Acta Horticulturae* 1248: 63-68. 10.17660/ActaHortic.2019.1248.9
2. **Lukšić K.**, Zdunić G., Mucalo A., Hančević K., Venison E., Pejić I., Ordidge M. (2019). True-to-type confirmation of 20 unknown grapevine accessions at a grape germplasm collection in Split, Croatia. *Acta Horticulturae* 1248: 87-94 10.17660/ActaHortic.2019.1248.13
3. Butorac L., Hančević K., **Lukšić K.**, Škvorc Ž., Leko M., Maul E., Zdunić G. (2018). Assessment of wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) chlorotypes and accompanying woody species in the Eastern Adriatic region. *Plos One* 13 (6): 1-14.
4. Zdunić G., Maul E., Eiras Dias J.E.J., Muñoz Organero G., Carka F., Maletić E., Savvides S., Jahnke G.G., Nagy Z.A., Nikolić D., Ivanišević D., Beleski K., Maraš V., Mugoša M., Kodzulovic V., Radić T., Hančević K., Mucalo A., **Lukšić K.**, Butorac L., Maggioni L., Schneider A., Schreiber T., Lacombe T. (2017). Guiding principles for identification, evaluation and conservation of "*Vitis vinifera*" L. subsp. "*sylvestris*". *Vitis: Journal of Grapevine Research* 56(3):127-131.

9. PRILOZI

Prilog 1. Popis hrvatskih sinonima za divlju lozu (*sylvestris*)

Porodica	Rod	Validno ime vrste	Sinonimi	Izvor literature/br.stranice	Izvornik	Lokalitet/ navod lokaliteta
Vitaceae	<i>Vitis</i>	<i>Vitis vinifera</i> Linné subsp. <i>sylvestris</i> Gmelin	divi trs	Šugar (2008) / 967,154		Baće povrh Brestove u Istri/Šugar
			divia loza	Šugar i sur. (2002) / 31		
			divja loza	Šugar i sur. (2002) / 31		
				Šugar (2008) / 155	Liber de simplicibus	Ponikve, Kučište; Pelješac
				Šugar (2008) / 967		
			divlja loza	Šugar i sur. (2002) / 31		
				Šugar (2008) / 158, 967		
			divlja vinova loza	Šugar (2008) / 967		
			divlje grožđe	Šugar (2008) / 967		
					Herbario nuovo di Castore Durante. Discorsi di M.P.A. Matthioli	u knjižnici samostana u Visovcu/ 18.st.; u knjižnici samostana u Sinju/ Šulek, 1879
			divoloza	Šugar (2008) / 162, 967		
			divolozica	Šugar (2008) / 162, 967	Herbario nuovo di Castore Durante. Discorsi di M.P.A. Matthioli	u knjižnici samostana u Visovcu/ 18.st.; u knjižnici samostana u Sinju/ Šulek, 1879.
			džonkavica	Šugar (2008) / 184, 967		Hercegovina (Bosna Hercegovina)
grešika	Šugar (2008) / 222, 967					
loza divja	Šugar (2008) / 382	Liber de simplicibus	knjižnica Sv. Marka u Veneciji/ Šulek (1879), Šugar i sur. (2002), 15.st.			

Prilog 1. nastavak

Porodica	Rod	Validno ime vrste	Sinonimi	Izvor literature/br.stranice	Izvornik	Lokalitet/ navod lokaliteta
			loza divlja	Šugar (2008) / 383		Bosna i Hercegovina/ Pichler (1905)
			loza poznica	Šugar (2008) / 383, 967	Erbario Italiano - Illirico	dubrovačko područje
			lozica	Šugar (2008) / 383, 967		Pučišća, Blaca (otok Brač)
			loznica	Šugar (2008) / 383, 967		Bosna i Hercegovina
			ostruga	Šugar (2008) / 492, 967		Otok (Slavonija)
			pastrica	Šugar (2008) / 511, 967		
			prhvac	Šugar (2008) / 553, 967		Hercegovina, Bosna i Hercegovina
			šajbac	Šugar (2008) / 676, 967		Sabljevac pod Sisolom u Istri
			<i>silvestris</i>	Šugar i sur. (2002) / 31		
			<i>silvestris</i> Blam i Java	Steudel (1841) / 778		
			<i>silvestris</i> Gmel <i>vinifera</i>	Steudel (1841) / 778		
			trtovina	Šugar (2008) / 736, 967		govore Hrvati u Mađarskoj i Austriji
			venika	Šugar (2008) / 751, 967		
			viničevina	Šugar (2008) / 756, 967		Hrvatsko zagorje
			viničina	Šugar (2008) / 756, 967		kalničko područje
			vinika	Šugar (2008) / 757, 967		Dalmacija, u Poljicima
			vinina	Šugar (2008) / 757, 967		Hercegovina (Bosna i Hercegovina)
			vinjaga	Šugar (2008) / 759, 967		Otok (Slavonija); Hercegovina (Bosna i Hercegovina)
			<i>Vitis vinifera</i>		Liber de simplicibus.	Ponikve, Kučište; Pelješac;
			subsp. <i>silvestris</i> (Gmelin) Hegi	Šugar (2008) / 155, 158, 162	Herbario nuovo di Castore Durante	Košute (Sinjsko polje)/ Šugar; zabilježeno u knjižnici samostana u Visovcu/ 18.st

Prilog 2. Popis divergentnih genotipova za analize usklađene na 20 SSR lokusa

Ime primke/sorte	Izvor
Babić	Žulj Mihaljević (2017)
Babica	Žulj Mihaljević (2017)
Bašćan	Žulj Mihaljević (2017)
Beli Debejan	Žulj Mihaljević (2017)
Belina hižakovečka	Žulj Mihaljević (2017)
Belina mala	Žulj Mihaljević (2017)
Belina pikasta	Žulj Mihaljević (2017)
Belina šemnička	Žulj Mihaljević (2017)
Belina starohrvatska	Žulj Mihaljević (2017)
Belina svetokriška	Žulj Mihaljević (2017)
Beretinjok	Žulj Mihaljević (2017)
Bijela Brajdica	Žulj Mihaljević (2017)
Bilan	Žulj Mihaljević (2017)
Bljuzgavac	Žulj Mihaljević (2017)
Bogdanuša	Žulj Mihaljević (2017)
Bratkovina bijela	Žulj Mihaljević (2017)
Bratkovina crvena	Žulj Mihaljević (2017)
Brunac	Žulj Mihaljević (2017)
Bumba b. Zaton	Žulj Mihaljević (2017)
Cetinka	Žulj Mihaljević (2017)
Cibib	Žulj Mihaljević (2017)
Crljenak Viški	Žulj Mihaljević (2017)
Crnka	Žulj Mihaljević (2017)
Debejan	Žulj Mihaljević (2017)
Debit	Žulj Mihaljević (2017)
Dišeća Ranina	Žulj Mihaljević (2017)
Divjaka	Žulj Mihaljević (2017)
Dobričić	Žulj Mihaljević (2017)
Dolčin	Žulj Mihaljević (2017)
Drnekuša mala	Žulj Mihaljević (2017)
Dugovrst bijeli	Žulj Mihaljević (2017)
Duranija	Žulj Mihaljević (2017)
Frmentun	Žulj Mihaljević (2017)
Galac	Žulj Mihaljević (2017)
Garganja	Žulj Mihaljević (2017)
Glavanjuša	Žulj Mihaljević (2017)
Glavinuša	Žulj Mihaljević (2017)
Grk	Žulj Mihaljević (2017)
Gustopupica ninska	Žulj Mihaljević (2017)
Jarbola	Žulj Mihaljević (2017)
Kadarun Konavle	Žulj Mihaljević (2017)
Kamenina	Žulj Mihaljević (2017)
Kavčina	Žulj Mihaljević (2017)
Kleščec	Žulj Mihaljević (2017)
Kozjak bijeli	Žulj Mihaljević (2017)
Kraljevina	Žulj Mihaljević (2017)

Prilog 2. nastavak 1

Ime primke/sorte	Izvor
Krivaja crvena	Žulj Mihaljević (2017)
Krkošija	Žulj Mihaljević (2017)
Krstičevica	Žulj Mihaljević (2017)
Kujundžuša	Žulj Mihaljević (2017)
Kurtelaška	Žulj Mihaljević (2017)
Lipovina	Žulj Mihaljević (2017)
Ljutun	Žulj Mihaljević (2017)
Magrovina	Žulj Mihaljević (2017)
Malvasija Župska	Žulj Mihaljević (2017)
Malvazija crvena	Žulj Mihaljević (2017)
Malvazija istarska	Žulj Mihaljević (2017)
Maraština	Žulj Mihaljević (2017)
Maraština omiška	Žulj Mihaljević (2017)
Mejsko Bijelo	Žulj Mihaljević (2017)
Mekuja	Žulj Mihaljević (2017)
Mijajuša	Žulj Mihaljević (2017)
Mirkovača	Žulj Mihaljević (2017)
Mladenka	Žulj Mihaljević (2017)
Modra kosovina	Žulj Mihaljević (2017)
Moslavac	Žulj Mihaljević (2017)
Muškatel	Žulj Mihaljević (2017)
Nepoznata 4 Vela Pergola	Žulj Mihaljević (2017)
Nepoznata 6	Žulj Mihaljević (2017)
Nepoznata ljubičasta	Žulj Mihaljević (2017)
Nepoznata Matulji	Žulj Mihaljević (2017)
Nepoznata roza	Žulj Mihaljević (2017)
Ninčuša	Žulj Mihaljević (2017)
Okatica crna	Žulj Mihaljević (2017)
Ošjevina	Žulj Mihaljević (2017)
Palagružanka	Žulj Mihaljević (2017)
Palaruša viška	Žulj Mihaljević (2017)
Pavicić	Žulj Mihaljević (2017)
Plava Lovora	Žulj Mihaljević (2017)
Plavac krčki	Žulj Mihaljević (2017)
Plavac mali	Žulj Mihaljević (2017)
Plavčina	Žulj Mihaljević (2017)
Plavec žuti	Žulj Mihaljević (2017)
Pošip b.	Žulj Mihaljević (2017)
Pošip c.	Žulj Mihaljević (2017)
Prč	Žulj Mihaljević (2017)
Privlačka bilina	Žulj Mihaljević (2017)
Pršljivka	Žulj Mihaljević (2017)
Ranfol	Žulj Mihaljević (2017)
Rudežuša	Žulj Mihaljević (2017)
Rušljin	Žulj Mihaljević (2017)
Ruža b.	Žulj Mihaljević (2017)

Prilog 2. nastavak 2

Ime primke/sorte	Izvor
Ruža b. II	Žulj Mihaljević (2017)
Sansigot	Žulj Mihaljević (2017)
Šarica trišnjavica	Žulj Mihaljević (2017)
Šemperinka bijela	Žulj Mihaljević (2017)
Silbijanac	Žulj Mihaljević (2017)
Siložder	Žulj Mihaljević (2017)
Šipelj	Žulj Mihaljević (2017)
Škrlet	Žulj Mihaljević (2017)
sPlavina	Žulj Mihaljević (2017)
Stara brančevka	Žulj Mihaljević (2017)
Svjetljak	Žulj Mihaljević (2017)
Svrdlovina crna	Žulj Mihaljević (2017)
Tanetova loza	Žulj Mihaljević (2017)
Teran	Žulj Mihaljević (2017)
Terin	Žulj Mihaljević (2017)
Tribidrag	Žulj Mihaljević (2017)
Trnjak	Žulj Mihaljević (2017)
Trojiščina	Žulj Mihaljević (2017)
Verdić	Žulj Mihaljević (2017)
Vlaški Crljenak Brač	Žulj Mihaljević (2017)
Volarovo	Žulj Mihaljević (2017)
Vranac	Žulj Mihaljević (2017)
Vrškajica	Žulj Mihaljević (2017)
Vugava	Žulj Mihaljević (2017)
Vugava bijela omiška	Žulj Mihaljević (2017)
Vugava crvena omiška	Žulj Mihaljević (2017)
Zadarka	Žulj Mihaljević (2017)
Zelenjak c.	Žulj Mihaljević (2017)
Žerjavina	Žulj Mihaljević (2017)
Žilavka	Žulj Mihaljević (2017)
Žlahtina	Žulj Mihaljević (2017)
Zlatarica blatska	Žulj Mihaljević (2017)
Zlatarica vrgorska	Žulj Mihaljević (2017)
Žumić	Žulj Mihaljević (2017)
Žutozelen	Žulj Mihaljević (2017)
Aligoté	Lacombe i sur. (2013)
Auxerrois	Lacombe i sur. (2013)
Chenin	Lacombe i sur. (2013)
Elbling	Lacombe i sur. (2013)
Kishmish vatkana	Lacombe i sur. (2013)
Melon	Lacombe i sur. (2013)
Muscat d'Alexandrie	Lacombe i sur. (2013)
Pedro gimenez faux	Lacombe i sur. (2013)
Pinot	Lacombe i sur. (2013)
Riesling	Lacombe i sur. (2013)
Saint laurent	Lacombe i sur. (2013)

Prilog 2. nastavak 3

Ime primke/sorte	Izvor
Sangiovese	Lacombe i sur. (2013)
Sylvaner	Lacombe i sur. (2013)
Syrah	Lacombe i sur. (2013)
Traminer	Lacombe i sur. (2013)
Affenthaler	Zdunić i sur. (2017)
Amigne	Zdunić i sur. (2017)
Arvine petite	Zdunić i sur. (2017)
Blatina	Zdunić i sur. (2017)
Gelbhoelzer blau	Zdunić i sur. (2017)
Heunisch schwarz	Zdunić i sur. (2017)
Malanstraube	Zdunić i sur. (2017)
Manseng petit blanc	Zdunić i sur. (2017)
Raeschling weiss	Zdunić i sur. (2017)
Tauberswarz	Zdunić i sur. (2017)
Paulsen 1045	Zdunić i sur. (2017)
Paulsen 1447	Zdunić i sur. (2017)
Richter 110	Zdunić i sur. (2017)
Richter 99	Zdunić i sur. (2017)
Riparia grand glabre	Zdunić i sur. (2017)
Rupestris du lot	Zdunić i sur. (2017)
Selektion oppenheim 4	Zdunić i sur. (2017)

Prilog 3. Popis divergentnog skupa kultivirane loze uključen u uvometrijske analize, morfometrijske analize sjemenki i otpornosti na gljivične bolesti

Naziv sorte	Boja kožice bobice
Babić	N
Babica	N
Bak (Siložder)	N
Beretinjok	B
Bogdanuša	B
Borgonja	N
Bratkovina bijela	B
Cetinka	B
Dobričić	N
Gegić	B
Glavanjuša	N
Glavinuša	N
Graševina	B
Krstičevica	B
Ljutun	N
Malvasia dubrovačka bijela	B
Ninčuša	N
Okatica bijela	B
Original	Rg
Palaruša viška	B
Plava lovora	N

Prilog 3. nastavak

Naziv sorte	Boja kožiće bobice
Plavac mali crni*	N
Plavac mali sivi**	Rs
Plavina	N
Pošip bijeli**	B
Pošip crni	N
Pošip sitni	B
Prč	B
Rudežuša	N
Rukatac**	B
Sauvignon bijeli	B
Svrdlovina crna	N
Tempranillo*	N
Terin	N
Vlaška	B
Vranac	N
Vrškajica	B
Vugava bijela omiška	B
Vugava crvena omiška	Rg
Xynomavro*	N
Zadarka	N
Zlatica blatska bijela	B
Žilavka	B

Boja kožiće: N, plavo crna do tamno crvena; B, zeleno-žuta; Rs, ružičasta; Rg, crvena

*sorta uključena dodatno u morfometrijsku analizu sjemena

** sorta uključena dodatno u analizu otpornosti na bolesti

Prilog 4. Morfološki profil pročišćenog *sylvestris* seta na osnovi 21 OIV deskriptora

Uzorak	Mladica			Mladi list		Odrasli list				
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Pak1	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena 2 zelena+cr	1 zelena	3 niska	3/5	2 klinast	2 tri	1/3
Pak2	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	vena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak3	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak5	7 <i>vinifera</i>	2 malo	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2 tri	1/3
Pak6	7 <i>vinifera</i>	nd	nd	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak7	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak8	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak9	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1/2	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak10	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak11	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1/3	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak12	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1/3
Pak13	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3 niska	5 srednji	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak14	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3/5	1/3	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak15	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3/5	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak16	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna

Prilog 4. nastavak 1

Uzorak	Mladica			Mladi list			Odrasli list			
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Pak17	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak18	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Pak19	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	5 srednja	3 mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Pak20	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3/5	3 mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Pak21	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak22	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	5 srednja	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak23	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak24	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1/3
Pak25	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1/3	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Pak26	7 <i>vinifera</i>	1/2	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2/3	3 slaba
Pak27	7 <i>vinifera</i>	1/2	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Pak28	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	5 srednja	1 zelena	1 zelena	5 srednja	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak29	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak30	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3/5	1 zelena	1 zelena	3/5	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak32	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Pak33	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	4 bakreno crvena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Pak34	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3/5	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im3	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	3 slaba

Prilog 4. nastavak 2

Uzorak	Mladica	Mladi list			Odrasli list					
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Im4	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	2 zelena+cr vena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im5	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Im7	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	2 zelena+cr vena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Im8	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im11	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1/2	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im14	7 <i>vinifera</i>	1/2	1 odsutna	2 zelena+cr vena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im17	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im18	7 <i>vinifera</i>	2/3	1 odsutna	3 crvena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Im19	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	2 zelena+cr vena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Im21	nd	nd	nd	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Luk1	nd									

Prilog 4. nastavak 3

Uzorak	Mladica			Mladi list			Odrasli list			
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Luk2	nd									
Luk3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	5 srednji	2 klinast	3 pet	3 slaba
Luk4	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	5 srednja	nd	nd	nd	nd
Luk5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	5 srednji	2 klinast	3 pet	1/3
Luk6	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	2 žuta	5 srednja	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Luk8	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	5 srednja	5 srednji	2 klinast	2 tri	3 slaba
Luk10	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Luk11	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Luk12	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	2 žuta	1/3	3 mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Luk13	7 <i>vinifera</i>	1/2	7 visoka	1 zelena	1 zelena	7 visoka	3 mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Luk14	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	1/3	3 mali	2 klinast	2 tri	1/3
Luk15	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Luk16	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Luk17	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Luk18	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	5 srednja	1 zelena	1 zelena	5 srednja	3/5	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Luk19	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Luk20	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	1 odsutna
Grab1	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1/2	1 zelena	5 srednja	1 vrlo mali	2 klinast	3 pet	3 slaba
Krka9	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2/3	1 odsutna

Prilog 4. nastavak 4

Uzorak	Mladica				Mladi list		Odrasli list			
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Krka15	7 <i>vinifera</i>	2 malo	1 odsutna	1 zelena	3 brončana	1 odsutna	3 mali	3 pentagon alan	3 pet	1 odsutna
Krka18	7 <i>vinifera</i>	1/2	1 odsutna	1 zelena	1/3	1 odsutna	3 mali	3 pentagon alan	3 pet	1 odsutna
Krka19	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	3 mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Krka20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Krka21	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	3 pentagon alan	2 tri	1 odsutna
Krka24	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1/3	2 klinast	2/3	1 odsutna
Krka26	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Krka27	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj3	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	5 srednja	1 zelena	1 zelena	1/3	3/5	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj4	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj5	7 <i>vinifera</i>	2 malo	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	3 mali	2 klinast	2/3	1 odsutna
Psunj7	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj8	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna

Prilog 4. nastavak 5

Uzorak	Mladica	Mladi list				Odrasli list				
	001 Oblik vrha	OIV 002 Antocijans ko obojenje paučinasti h dlačica vrha	OIV 004 Gustoća paučinasti h dlačica vrha	OIV 007 Boja dorzalne strane internodi ja	OIV 051 Boja lica lista	OIV 053 Gustoća paučinasti h dlačica na naličju lista	OIV 065 Veličina plojke	OIV 067 Oblik plojke	OIV 068 Broj isječ aka	OIV 072 Naborano st plojke
Psunj10	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1/3	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj11	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	5/7	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj12	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3/5	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj14	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	1 odsutna	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj21	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	5/7	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj22	7 <i>vinifera</i>	2 malo	3 niska	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2/3	2/3	1 odsutna
Psunj23	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3/5	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj24	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3/5	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj25	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3/5	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj26	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj27	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1/3	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Psunj28	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	1 zelena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna
Giz1	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	2 zelena+cr vena	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	3 slaba
Giz2	7 <i>vinifera</i>	1 odsutno	1 odsutna	nd	1 zelena	3 niska	1 vrlo mali	2 klinast	2 tri	1 odsutna

Prilog 4. nastavak 6

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozđ						
	OIV 079 Otvoren ost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnos t zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinast ih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijan sko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki	
Pak1	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	3 niska	4 F							
Pak2	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški						
Pak3	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški						
Pak5	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški						
Pak6	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	3 niska	1 M	muški						
Pak7	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	4 F	3 kratak	1 vrlo rastresit	2 okrugla	nd	nd	3 potpuno	
Pak8	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Pak9	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Pak10	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	4 F							
Pak11	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1/3	1 M	muški 1/3 vrlo kratak do	3 rastresit	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno	
Pak12	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	4 F	kratak						
Pak13	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški						
Pak14	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	nd							

Prilog 4. nastavak 7

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozđ					
	OIV 079 Otvoren ost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnos t zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinast ih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijan sko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Pak15	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Pak16	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Pak17	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					
Pak18	3 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Pak19	otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	1 M	muški					
Pak20	3 otvoren 1 široko	3 V	1 odsutan	3/5	nd						
Pak21	otvoren	2 }	1 odsutan	1/3	1 M	muški					
Pak22	3 otvoren	3 V	1 odsutan	5 srednja	nd						
Pak23	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3 niska	nd						
Pak24	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	nd						
Pak25	3 otvoren	1 U	1 odsutan	5 srednja	nd						
Pak26	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	nd						
Pak27	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1/3	1 M	muški					
Pak28	3 otvoren	1 U	1 odsutan	5 srednja	1 M	muški					
Pak29	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	4 F						
Pak30	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3/5	nd						
Pak32	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					
Pak33	3 otvoren	1/2	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Pak34	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	4 F						

Prilog 4. nastavak 8

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozđ					
	OIV 079 Otvoren ost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnos t zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinast ih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijan sko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Im3	7 prekloplj en	3 V	1 odsutan	3 niska	4 F	1 vrlo kratak	1/3 vrlo rastresit do rastresit	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno
Im4	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					
Im5	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Im7	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3 niska	nd						
Im8	1/3	1 U	1 odsutan	1 odsutna	4 F						
Im11	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	1/3 vrlo kratak do kratak	1/3 vrlo rastresit do rastresit	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno
Im14	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	4 F	1 vrlo kratak	3/5 srednje zbijen	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno
Im17	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3 niska	4 F	1 vrlo kratak	5/7 zbijen	2 okrugla	6 plavo- crna	1/3 slabo	3 potpuno
Im18	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Im19	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Im20	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					

Prilog 4. nastavak 9

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd			OIV 223	OIV 225	OIV 231	OIV 241
	OIV 079 Otvoren ost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnos t zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinast ih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocija nsko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiran je sjemenki	
Im21 Luk1 Luk2	3 otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	1 M	muški						
Luk3	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	nd							
Luk4	nd	nd	nd	nd	nd							
Luk5	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	1 M	muški						
Luk6	3 otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	nd							
Luk8	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3 niska	nd							
Luk10	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Luk11	3 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Luk12	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1/3	nd							
Luk13	1/3	2 }	1 odsutan	5 srednja	nd							
Luk14	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Luk15	3 otvoren	3 V	1 odsutan	3 niska	nd							
Luk16	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	3 niska	nd							
Luk17	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd							
Luk18	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	nd							

Prilog 4. nastavak 10

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd					
	OIV 079 Otvorenost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnost zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinastih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijansko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Luk19	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Luk20	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1/3	nd						
Grab1	3 otvoren	2 }	1 odsutan	5 srednja	nd						
Krka9	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					
Krka15	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Krka18	1 široko otvoren	1/2	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Krka19	3 otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	4 F						
Krka20	3 otvoren 1 široko	2 }	1 odsutan	3/5	4 F	1 vrlo kratak	3/5 srednje zbijen	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno
Krka21	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Krka24	3 otvoren	3 V	1 odsutan	1 odsutna	1 M	muški					
Krka26	3 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	1/3	1 M	muški					
Krka27	1 široko otvoren	2 }	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Psunj3	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	5 srednja	1 M	muški					
Psunj4	3 otvoren	1/3	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					

Prilog 4. nastavak 11

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd					
	OIV 079 Otvoren ost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnos t zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinast ih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijan sko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Psunj5	3 otvoren	1 U	1 odsutan	5 srednja	nd						
Psunj7	3 otvoren	1/3	1 odsutan	1 odsutna	4 F						
Psunj8	3 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3 niska	nd						
Psunj10	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					
Psunj11	1 otvoren	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Psunj12	3 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Psunj14	1 otvoren 1 široko	2 }	1 odsutan	1 odsutna	nd						
Psunj21	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3 niska	nd						
Psunj22	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Psunj23	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Psunj24	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	5 srednja	nd						
Psunj25	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Psunj26	1 otvoren 1 široko	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Psunj27	1 otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	nd						

Prilog 4. nastavak 12

Uzorak	Odrasli list				Spol	Grozd					
	OIV 079 Otvorenost sinusa peteljke	OIV 080 Oblik dna sinusa peteljke	OIV 081-1 Prisutnost zupca u sinusu peteljke	OIV 084 Gustoća paučinastih dlačica na naličju lista	OIV 151 Spol cvijeta	OIV 202 Dužina	OIV 204 Zbijenost	OIV 223 Oblik bobice	OIV 225 Boja kožice bobice	OIV 231 Antocijansko obojenje mesa bobice	OIV 241 Formiranje sjemenki
Psunj28	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	3/5	nd						
Giz1	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	4 F	1/3 vrlo kratak do kratak	1/3 vrlo rastresit do rastresit	2 okrugla	6 plavo- crna	1 odsutno	3 potpuno
Giz2	1 široko otvoren	1 U	1 odsutan	3 niska	1 M	muški					

Prilog 5. Morfometrijske karakteristike grozdova 42 divergentne sorte u 2017. i 2018. godini

Uzorak	God.	Dužina grozda (cm)			Širina grozda (cm)			Masa grozda (g)			Masa svježe peteljke (g)			Broj bobica po grozdu		
		Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max
Babić	2017	22.63	18.60	29.90	15.84	11.80	25.60	447.36	324.74	705.24	14.36	9.52	24.77	138.30	101	217
	2018	20.03	13.50	22.50	13.60	11.10	19.50	671.08	557.53	932.05	18.29	13.25	26.79	192.30	160	267
Babica c.	2017	16.89	14.60	19.80	11.92	7.40	15.60	281.90	171.48	427.81	9.75	6.75	14.46	120.70	73	183
	2018	14.62	12.20	16.50	9.47	5.90	13.20	341.04	204.26	480.26	12.45	7.51	19.78	166.90	100	235
Bak	2017	17.89	14.20	21.20	10.14	5.50	13.20	242.54	140.15	393.94	9.61	5.01	14.49	150.60	87	249
	2018	16.88	12.30	20.10	10.51	6.90	15.20	336.29	198.78	451.91	12.34	7.44	16.70	169.60	100	228
Beretinjok b.	2017	17.73	14.20	21.60	10.66	7.60	14.30	234.70	143.27	355.65	15.95	8.57	29.41	176.50	109	267
	2018	16.33	13.50	18.50	9.14	7.20	11.20	287.24	180.03	391.92	12.25	8.03	18.49	151.00	95	205
Bogdanuša	2017	18.02	15.10	22.00	14.19	9.70	18.70	347.30	196.94	565.42	13.44	8.24	20.26	89.70	51	146
	2018	14.96	12.50	20.50	9.03	7.10	11.50	333.20	222.68	559.59	11.91	9.36	20.34	90.20	60	151
Borgonja	2017	16.62	11.90	24.00	11.37	7.40	14.30	132.00	81.45	174.19	6.85	3.63	9.92	79.90	50	105
	2018	17.39	14.20	21.20	11.15	7.30	15.30	264.32	155.29	375.74	20.79	9.77	29.60	137.70	76	196
Bratkovina blatska b.	2017	17.84	12.40	22.60	12.22	9.60	18.20	329.57	204.91	507.57	13.50	6.06	23.11	123.40	78	189
	2018	18.24	13.40	21.60	12.39	9.00	17.70	407.01	201.28	493.55	18.32	11.93	21.58	129.40	63	157
Cetinka	2017	17.24	10.50	23.50	14.21	10.50	20.10	359.98	197.85	760.03	12.16	7.08	29.51	112.80	62	237
	2018	19.19	16.10	25.20	10.54	8.40	13.50	521.33	244.26	913.74	11.83	5.54	19.55	140.90	66	247
Dobričić	2017	17.95	9.20	21.20	11.04	7.80	16.60	294.59	209.45	475.74	11.36	8.76	16.65	131.60	93	213
	2018	19.84	13.50	23.50	12.89	10.50	17.10	588.19	302.17	952.94	25.64	14.22	33.70	255.20	131	417
Drnekuša vela	2017	21.16	18.50	25.50	18.51	13.60	24.00	483.31	292.59	675.45	17.74	12.45	28.10	224.00	135	312
	2018	18.16	13.30	21.20	14.03	11.20	17.00	637.13	360.62	878.68	15.48	8.16	20.74	245.30	139	341

Prilog 5. nastavak 1

Uzorak	God.	Dužina grozda (cm)			Širina grozda (cm)			Masa grozda (g)			Masa svježe peteljke (g)			Broj bobica po grozdu		
		Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max
Gegić	2017	22.68	20.00	25.60	14.92	11.80	20.20	331.94	192.79	489.95	16.56	9.34	24.86	160.70	93	240
	2018	20.02	15.90	22.40	12.06	9.20	16.90	499.93	307.65	815.54	18.32	11.07	32.55	214.00	132	348
Glavinuša	2017	21.94	18.10	26.80	17.95	14.00	21.60	400.43	274.23	501.45	15.92	10.28	21.95	189.90	130	238
	2018	17.36	15.10	20.10	11.91	10.10	13.20	326.22	255.47	414.95	12.73	9.52	15.72	163.00	128	208
Graševina	2017	14.45	11.50	17.50	9.48	7.50	12.40	257.62	201.84	314.92	12.48	8.97	17.97	184.00	143	223
	2018	14.38	12.70	16.60	10.48	6.90	15.40	228.90	165.05	296.76	12.63	8.43	19.64	155.70	113	200
Krstičevica	2017	18.00	14.60	21.60	13.02	5.60	25.90	177.98	81.89	279.99	8.09	4.48	12.31	108.00	49	170
	2018	16.47	12.30	20.50	10.94	8.40	14.10	417.21	161.84	576.37	18.85	6.81	33.21	210.10	82	288
Ljutun crni	2017	19.27	15.50	28.80	13.19	6.90	18.10	268.83	180.36	399.99	10.48	6.77	15.58	147.10	99	219
	2018	16.72	12.20	22.50	11.03	8.20	14.20	382.60	226.92	558.41	12.59	6.73	18.33	179.80	107	264
Malvazija dubr. b.	2017	21.00	12.90	30.30	13.59	8.30	18.90	116.35	42.46	153.30	10.06	5.70	14.01	134.10	46	179
	2018	28.32	17.80	31.90	14.43	8.80	21.30	152.72	79.06	281.90	10.71	6.23	15.10	162.20	83	306
Ninčuša	2017	18.40	15.10	22.10	16.46	9.80	24.90	216.33	176.58	316.06	12.05	6.19	15.64	115.20	94	169
	2018	19.85	17.10	22.80	15.58	12.60	19.90	611.85	363.95	875.75	18.64	12.83	27.71	198.10	117	286
Okatica b.	2017	13.50	11.90	15.80	11.03	7.60	14.90	191.61	129.43	313.39	8.08	5.21	13.71	72.10	49	118
	2018	15.01	11.40	18.00	10.67	8.50	12.20	335.66	233.71	424.99	11.07	7.01	15.26	96.20	67	121
Original	2017	23.53	12.60	29.40	17.15	9.80	24.40	361.50	158.93	605.18	12.30	3.66	19.12	100.40	45	170
	2018	23.30	15.20	27.10	11.81	9.20	13.40	355.13	271.11	655.83	14.69	10.83	28.01	108.20	83	199
Palaruša	2017	15.86	11.60	18.20	10.17	8.60	15.70	332.54	223.75	448.64	13.05	8.18	18.90	97.20	66	131
	2018	13.84	11.20	18.50	8.45	6.10	14.20	354.19	180.51	748.42	14.13	5.54	31.50	81.80	41	173
Plava lovora	2017	22.57	17.50	26.70	13.23	7.30	19.50	157.97	85.43	233.10	7.93	3.75	10.42	73.10	40	109
	2018	21.72	17.50	23.20	9.19	6.10	13.50	370.94	208.23	611.57	11.43	7.16	16.23	156.40	87	259

Prilog 5. nastavak 2

Uzorak	God.	Dužina grozda (cm)			Širina grozda (cm)			Masa grozda (g)			Masa svježe peteljke (g)			Broj bobica po grozdu		
		Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max
Plavac m. crni	2017	15.78	13.70	18.70	14.29	8.30	25.50	215.62	136.19	303.87	8.75	5.95	14.47	86.60	54	123
	2018	17.80	15.40	20.40	12.57	9.90	15.20	529.82	250.31	801.14	14.95	7.05	20.14	196.80	91	299
Plavac m. sivi	2017	14.42	12.40	17.10	12.07	8.60	14.40	237.66	172.88	425.81	12.67	8.49	25.27	119.00	86	212
	2018	14.90	11.20	19.40	10.49	8.10	13.50	358.99	181.32	542.14	12.96	6.80	24.46	159.50	72	243
Plavina	2017	14.28	9.60	18.60	9.37	4.90	13.60	162.71	74.27	295.05	7.68	3.74	12.09	105.80	48	193
	2018	14.38	12.10	18.10	8.45	6.10	12.30	255.43	143.39	467.40	14.54	10.34	26.37	133.90	74	245
Pošip b.	2017	23.50	19.50	26.10	16.06	11.90	23.10	401.89	272.28	555.47	14.29	9.32	19.04	138.10	94	191
	2018	25.82	19.60	29.20	14.73	11.70	19.20	638.14	468.22	893.98	18.91	12.98	27.95	199.50	147	279
Pošip c.	2017	18.45	16.80	20.40	16.04	14.20	20.00	393.00	300.22	609.75	18.58	14.23	28.57	159.30	120	247
	2018	17.40	14.20	20.50	10.83	8.50	12.50	406.29	239.87	576.70	20.02	13.79	28.30	146.50	86	208
Pošip sitni	2017	26.08	22.00	31.80	16.80	11.70	19.50	415.78	329.35	606.14	15.60	10.31	20.53	225.50	177	330
	2018	27.14	13.20	38.80	16.63	12.80	21.80	462.35	261.83	776.07	18.37	10.82	34.26	210.80	119	356
Prč	2017	15.59	13.30	18.50	9.48	7.20	11.70	297.30	117.87	440.57	10.71	4.73	14.54	126.80	50	189
	2018	13.89	11.10	16.50	8.18	5.50	15.40	336.51	207.38	484.13	10.54	5.81	15.97	125.30	77	180
Sauvignon b.	2017	12.29	10.80	13.70	8.42	6.30	9.70	192.69	154.90	238.62	9.68	7.49	13.21	107.50	87	134
	2018	14.29	12.30	16.60	9.49	7.10	12.20	216.52	142.51	319.14	11.57	5.38	17.73	141.50	95	208
Svrdlovina	2017	14.83	11.60	18.80	10.97	7.20	13.80	264.38	165.38	462.76	10.76	6.47	17.51	179.30	112	315
	2018	14.47	12.10	16.20	9.44	7.10	11.20	291.67	216.81	376.96	10.31	7.14	13.57	161.40	120	210
Tempranillo	2017	19.49	16.30	24.60	12.07	8.80	15.10	312.55	199.47	392.40	18.75	14.06	22.16	150.50	95	190
	2018	17.83	15.10	20.10	9.78	7.20	12.50	397.95	266.06	532.20	16.97	10.56	23.81	178.70	120	238
Terin	2017	11.96	4.50	18.70	7.19	3.70	11.70	107.51	36.15	250.10	5.46	2.04	11.21	106.20	35	253
	2018	18.96	14.40	22.10	8.89	6.20	10.10	180.74	92.43	363.96	9.36	5.40	15.25	147.40	75	300

Prilog 5. nastavak 3

Uzorak	God.	Dužina grozda (cm)			Širina grozda (cm)			Masa grozda (g)			Masa svježe peteljke (g)			Broj bobica po grozdu		
		Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max	Pros.	Min	Max
Rudežuša	2017	17.18	13.60	19.90	10.76	7.60	16.40	279.90	139.08	438.79	11.35	6.68	16.45	161.50	80	254
	2018	15.93	13.70	19.40	9.17	6.10	13.20	333.05	209.72	501.19	13.13	7.47	20.35	163.00	103	245
Vlaška	2017	19.55	16.30	23.30	11.75	10.10	15.30	465.74	294.16	572.63	18.23	11.88	24.84	157.90	100	193
	2018	18.71	16.10	21.90	15.28	10.20	17.80	557.47	260.99	778.09	17.49	10.75	25.18	175.80	81	245
Vranac	2017	18.35	12.40	21.00	10.94	8.40	14.10	292.45	169.31	445.30	12.96	8.04	19.15	140.50	81	214
	2018	18.73	12.50	22.20	8.54	6.70	11.20	334.44	244.97	435.99	13.91	8.67	20.39	127.20	93	165
Vrškajica	2017	18.58	13.70	25.90	14.50	9.20	22.70	195.44	96.66	406.39	11.33	6.38	22.17	53.90	26	113
	2018	20.46	16.20	24.80	14.87	9.90	21.70	564.93	278.92	957.14	18.14	8.99	31.67	140.00	69	237
Vugava b.omiš.	2017	13.88	10.60	17.80	11.22	7.80	15.30	154.29	126.16	229.13	6.22	5.01	9.09	47.40	39	70
	2018	15.93	12.60	18.20	11.94	9.20	16.40	279.79	173.22	399.35	12.37	6.48	23.65	65.90	41	93
Vugava c.omiš.	2017	17.31	9.20	24.50	15.61	10.90	19.30	320.82	137.37	533.58	11.54	4.80	21.25	138.30	59	229
	2018	17.96	11.20	26.50	11.56	7.10	14.60	397.49	119.72	814.30	9.61	2.43	20.36	136.90	41	280
Xynomavro	2017	18.05	16.10	19.50	11.76	8.60	15.90	226.41	160.17	333.28	11.70	7.97	17.25	113.20	80	167
	2018	18.14	15.40	22.50	9.27	6.50	13.20	241.94	155.99	338.26	11.77	7.14	15.23	113.80	73	160
Zadarka	2017	20.09	16.80	23.00	14.64	9.10	17.90	496.73	260.52	748.91	22.48	11.30	36.70	167.30	87	255
	2018	17.18	14.10	19.50	11.87	8.10	14.20	409.01	241.03	586.06	16.68	10.68	23.47	138.20	80	199
Žilavka	2017	17.07	14.80	19.50	12.94	9.70	17.70	288.75	155.42	397.78	10.20	5.69	13.99	120.30	65	166
	2018	14.23	11.20	17.50	8.29	6.10	10.40	268.42	142.45	415.19	7.36	4.03	9.29	103.80	55	162
Zlatica blatska b.	2017	16.84	13.30	21.00	11.04	6.40	14.70	108.88	62.70	291.90	5.34	2.96	11.27	53.80	30	146
	2018	15.93	11.20	19.20	8.01	4.70	11.20	176.14	119.99	271.62	7.68	5.25	12.01	71.30	48	110
Prosjek	2017	18.02	13.91	21.94	12.02	8.52	16.30	333.49	200.59	507.54	13.25	7.91	20.53	141.66	85	216
	2018	17.94	13.82	21.81	11.93	8.44	16.12	330.23	198.12	502.31	13.17	7.85	20.37	140.85	84	215

Prilog 6. Fizikalno-kemijska analiza mošta 42 divergentne sorte *vinifera* u 2017. i 2018. godini

Uzorak	Godina	pH	Sadržaj šećera (°Oe)	Ukupne kiseline (g/l)
Babić	2017	3.52	91.33	5.88
	2018	3.53	90.00	5.70
Babica crna	2017	3.57	80.67	5.39
	2018	3.60	73.67	5.48
Bak	2017	4.07	74.33	2.37
Beretinjok bijeli	2017	3.59	89.00	8.10
	2018	3.43	83.33	6.37
Bogdanuša	2017	3.39	85.67	6.21
	2018	3.43	84.00	6.24
Borgonja	2017	3.80	113.67	4.89
	2018	3.68	108.33	5.61
Bratkovina blatska bijela	2017	3.54	91.00	8.02
	2018	3.62	92.33	7.22
Cetinka	2017	3.34	90.67	5.37
	2018	3.50	96.67	4.79
Dobričić	2017	3.61	99.67	4.89
	2018	3.77	87.67	4.77
Drnekuša vela	2017	3.43	94.67	5.27
	2018	3.59	85.67	3.78
Gegić	2017	3.41	84.67	5.91
	2018	3.37	90.67	6.36
Glavinuša	2017	3.38	90.00	7.52
	2018	3.41	83.33	7.28
Graševina	2017	3.67	101.33	4.35
	2018	3.60	105.67	4.40
Krstičevica	2017	3.77	86.67	3.84
	2018	3.74	81.00	3.73
Ljutun crni	2017	3.36	77.33	6.33
	2018	3.45	79.67	6.02
Malvazija dubrovačka bijela	2017	3.54	122.00	6.43
	2018	3.69	126.33	6.54

Prilog 6. nastavak 1

Uzorak	Godina	pH	Sadržaj šećera (°Oe)	Ukupne kiseline (g/l)
Ninčuša	2017	3.48	92.67	5.70
	2018	3.44	80.67	5.90
Okatica bijela	2017	3.54	90.00	6.59
	2018	3.54	85.00	6.54
Original	2017	3.81	118.33	5.01
	2018	4.03	118.67	4.42
Palaruša	2017	3.83	90.67	4.10
	2018	3.84	93.00	4.20
Plava lovora	2017	4.01	101.67	3.16
	2018	3.96	95.00	4.13
Plavac mali crni	2017	3.50	93.00	5.26
	2018	3.39	79.67	6.24
Plavac mali sivi	2017	3.67	98.00	4.16
	2018	3.68	93.33	4.05
Plavina	2017	4.17	108.00	3.06
	2018	3.97	97.67	3.67
Pošip bijeli obični	2017	3.53	102.33	6.49
	2018	3.68	105.67	5.79
Pošip crni	2017	3.48	89.67	6.72
	2018	3.48	100.33	7.01
Pošip sitni	2017	3.72	109.00	5.16
	2018	3.98	110.00	3.96
Prč	2017	3.40	85.00	5.47
	2018	3.53	87.33	5.04
Sauvignon bijeli	2017	3.73	98.67	4.41
	2018	3.91	122.00	5.12
Svrdlovina crna	2017	3.85	94.33	4.74
	2018	3.91	101.33	4.31
Tempranillo	2017	3.66	104.00	3.34
	2018	3.81	100.33	3.33
Terin	2017	3.92	98.33	4.45

Prilog 6. nastavak 2

Uzorak	Godina	pH	Sadržaj šećera (°Oe)	Ukupne kiseline (g/l)
Rudežuša	2018	3.79	83.00	4.50
	2017	3.74	118.33	5.49
Vlaška	2018	3.93	124.33	5.14
	2017	3.80	93.33	3.87
Vranac	2018	3.84	89.67	3.77
	2017	3.55	114.00	5.77
Vrškajica	2018	3.65	108.67	4.87
	2017	3.70	97.00	3.94
Vugava bijela omiška	2018	3.74	88.33	3.37
	2017	3.70	93.33	3.58
Vugava crvena omiška	2018	3.99	98.33	3.17
	2017	3.61	87.00	6.16
Xynomavro	2018	3.59	89.33	5.63
	2017	3.19	93.67	7.57
Zadarka	2018	3.25	95.33	7.60
	2017	3.57	87.67	3.75
Žilavka	2018	3.75	91.33	3.38
	2017	3.57	86.67	6.30
Zlatica blatska bijela	2018	3.81	95.67	5.08
	2017	3.82	118.33	4.23
Prosjek	2018	3.79	122.00	5.33
	2017	3.63	96.09	5.22
	2018	3.68	95.29	5.05

Prilog 7. Mikrosatelitski profili ukupnog *sy/vestris* seta s originalnih *in situ* lokaliteta na području Hrvatske na osnovi 24 nSSR lokusa

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4F3.1												
Pak1	147	155	249	263	186	190	228	242	249	255	234	252	250	264	76	82	173	193	306	306	171	189	165	177
Pak2	147	155	247	263	190	190	242	242	239	249	236	254	240	240	76	76	177	181	306	316	169	169	177	181
Pak3	141	151	263	263	186	190	234	242	239	249	236	236	240	256	76	82	191	193	306	316	167	169	177	177
Pak5	141	155	239	257	190	190	228	242	239	267	236	254	256	256	76	76	191	193	306	306	167	169	171	181
Pak6	151	155	263	263	190	190	234	242	249	255	234	264	240	250	76	82	177	181	316	316	167	169	171	177
Pak7	141	151	257	263	186	186	242	242	249	249	264	264	240	240	76	76	173	191	316	316	167	185	177	177
Pak8	141	141	257	263	190	190	224	242	249	249	236	236	250	256	76	76	181	193	316	318	167	167	177	181
Pak9	139	155	257	261	190	190	238	242	239	239	236	236	240	240	76	76	181	181	306	316	167	169	171	177
Pak10	139	141	239	257	186	190	230	238	239	249	236	252	250	250	76	76	181	181	318	326	167	167	177	177
Pak11	151	155	257	263	190	190	242	242	239	249	236	264	240	240	76	76	181	181	306	316	169	171	177	177
Pak12	141	151	249	263	190	190	230	238	239	249	234	234	240	240	76	76	181	191	316	322	169	175	177	181
Pak13	141	151	249	263	190	190	228	230	239	255	234	234	250	256	76	78	191	191	306	306	169	183	177	181
Pak14	147	151	247	263	186	190	230	238	249	249	252	264	240	256	76	76	193	193	306	306	169	169	171	177
Pak15	141	147	257	263	190	190	230	240	239	249	236	264	250	272	76	80	193	193	306	306	171	195	181	181
Pak16	147	155	257	257	190	190	242	242	249	267	236	236	250	256	76	82	191	191	306	316	169	195	171	181
Pak17	151	155	247	263	190	190	230	242	249	249	234	264	240	272	76	76	193	193	306	306	171	183	181	206
Pak18	151	151	239	261	190	190	228	242	249	249	236	254	240	240	76	80	193	193	306	322	167	169	181	181
Pak19	141	147	263	263	190	190	234	242	249	249	252	254	240	256	76	76	191	191	316	316	167	175	177	177
Pak20	143	151	257	263	190	190	234	242	255	255	236	264	240	256	76	76	173	173	306	318	167	167	177	177
Pak21	141	147	261	263	190	190	230	242	249	249	264	264	250	250	76	82	173	173	316	318	167	167	177	177
Pak22	151	155	239	253	190	190	230	234	249	249	252	252	240	272	76	82	181	181	306	316	167	169	177	181
Pak23	151	155	239	253	190	190	230	234	249	249	234	264	240	272	76	82	173	191	306	316	169	185	171	177
Pak24	151	155	239	263	190	190	238	238	249	249	234	236	nd	nd	76	76	177	177	306	306	167	169	177	177
Pak25	147	155	257	265	190	190	230	230	249	249	236	264	240	240	76	82	177	193	316	316	169	175	177	181
Pak26	133	151	263	265	186	190	230	242	249	249	236	264	250	256	82	82	181	193	306	318	169	169	177	181
Pak27	139	147	239	247	190	190	234	242	239	249	234	254	240	256	76	82	181	181	306	306	167	175	177	177
Pak28	133	151	263	263	180	190	240	242	239	241	264	264	240	240	76	82	173	181	306	326	169	185	181	181
Pak29	141	151	257	263	190	190	234	242	255	267	264	264	240	256	76	76	181	191	306	306	167	167	177	177

Prilog 7. nastavak 1

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4F3.1												
Pak30	133	155	253	263	190	190	nd	nd	255	267	234	254	240	250	76	76	181	191	316	322	167	167	177	177
Pak31*	143	155	257	263	182	186	236	238	255	267	254	254	250	250	76	76	181	181	316	316	169	185	177	177
Pak32	133	151	257	263	190	190	240	242	239	241	236	236	240	250	76	76	181	181	306	318	169	171	181	181
Pak33	141	151	257	257	190	192	230	242	239	249	234	264	240	240	76	76	181	181	306	318	169	175	177	181
Pak34	133	155	263	263	190	190	230	242	255	267	236	264	240	250	76	78	181	181	306	316	167	169	177	177
Im1*	143	155	239	263	182	192	228	242	255	267	244	246	250	262	76	82	173	177	306	318	169	185	171	171
Im3	139	155	239	263	190	192	228	234	239	249	236	244	240	240	76	76	181	191	322	322	169	169	171	171
Im4	151	155	261	263	180	192	228	234	255	255	236	236	240	240	82	82	191	193	318	318	167	169	171	177
Im5	139	151	239	263	190	192	228	228	241	255	236	244	240	240	76	82	177	191	316	322	167	169	171	171
Im7	151	151	239	263	180	190	234	234	249	255	236	264	240	250	76	82	191	191	318	322	169	171	177	177
Im8	151	155	263	263	192	192	228	230	239	267	236	244	240	250	76	78	177	181	318	318	167	169	171	171
Im10*	133	149	239	263	182	190	236	242	249	255	244	246	250	252	76	82	173	185	322	322	167	167	171	177
Im11	147	151	239	263	180	190	228	248	249	255	236	244	240	262	76	78	177	193	322	322	169	171	171	171
Im12*	133	151	263	263	190	190	228	234	241	255	236	236	240	262	76	76	177	177	316	322	167	169	171	206
Im14	151	155	263	263	190	192	228	230	249	255	236	244	240	250	76	82	181	181	316	318	167	169	171	171
Im15*	133	155	263	263	192	192	228	230	241	267	228	244	240	240	76	78	191	193	318	322	169	169	177	177
Im16*	151	151	239	261	180	182	228	242	255	263	234	254	240	272	82	82	187	191	318	320	169	173	171	177
Im17	133	151	239	263	190	192	230	230	241	249	236	236	240	250	78	82	173	191	318	322	169	169	171	177
Im18	133	147	239	239	190	192	230	234	241	255	236	236	240	250	78	82	177	191	316	322	169	171	171	177
Im19	147	155	263	263	192	192	228	234	239	249	236	236	240	250	76	82	177	191	318	322	169	171	171	177
Im20	143	155	263	263	192	192	230	230	239	239	236	244	262	264	76	78	173	177	322	322	167	169	171	171
Im21	143	155	239	263	180	192	228	238	249	255	236	244	240	250	78	82	185	191	318	322	167	171	171	177
Luk1	151	155	257	261	190	190	230	234	255	255	236	252	240	240	76	76	181	181	306	318	167	169	177	203
Luk2	141	155	249	260	190	192	230	234	249	267	236	248	240	240	76	76	181	181	318	318	167	167	177	181
Luk3	151	155	nd	nd	190	190	234	234	nd	nd	nd	nd	240	250	76	76	173	195	nd	nd	169	169	nd	nd
Luk4	155	155	249	263	190	190	230	234	249	255	236	264	240	250	76	76	191	193	306	316	167	169	177	203
Luk5	151	155	249	263	190	190	230	234	249	249	236	236	240	240	76	76	193	193	306	306	169	169	177	177
Luk6	155	155	249	260	182	190	230	234	249	257	236	264	240	256	76	78	193	193	306	316	169	169	171	177

Prilog 7. nastavak 2

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4F3.1												
Luk8	151	151	257	263	190	190	234	234	257	267	236	236	240	240	76	78	173	181	316	318	169	169	171	177
Luk9*	133	151	239	261	190	192	234	236	239	249	228	236	nd	nd	76	76	181	181	306	318	167	171	171	177
Luk10	151	155	239	263	190	190	230	230	249	257	236	236	240	240	76	76	195	195	318	318	169	169	177	177
Luk11	139	155	257	257	190	192	230	234	249	255	236	236	240	250	76	78	181	195	316	316	167	169	177	177
Luk12	139	151	239	263	188	190	230	230	255	255	236	268	240	240	78	82	181	193	314	314	169	169	171	177
Luk13	151	151	239	257	188	190	230	234	249	267	252	264	240	240	76	82	195	195	306	316	167	185	177	181
Luk14	139	143	239	257	190	195	230	230	255	255	236	268	240	240	82	84	181	195	306	320	167	169	181	203
Luk15	151	155	257	261	188	190	228	238	nd	nd	236	252	240	240	76	76	180	181	314	320	167	169	177	203
Luk16	151	155	257	257	188	190	234	234	nd	nd	236	236	240	240	76	76	181	193	320	320	167	169	167	181
Luk17	139	155	257	263	188	190	234	234	255	255	236	236	240	240	76	82	181	193	316	316	169	169	167	181
Luk18	155	155	249	257	188	190	230	234	nd	nd	236	252	240	240	76	76	181	195	306	306	167	169	181	181
Luk19	151	155	239	260	188	190	230	234	nd	nd	219	264	240	250	76	76	181	195	320	320	169	169	177	177
Luk20	151	155	239	263	188	190	230	230	nd	nd	236	264	240	256	76	80	193	195	320	320	169	169	177	177
Grab1	155	155	249	257	190	192	230	238	255	255	236	236	240	256	76	76	181	181	306	322	167	169	177	203
Grab3*	143	151	249	263	182	190	230	236	255	267	236	258	252	252	76	78	181	181	306	322	171	173	181	181
Grab4*	143	145	239	249	180	190	230	238	237	239	236	248	240	256	78	78	181	191	310	326	167	169	171	171
Krka1*	151	151	263	263	186	190	234	242	239	249	236	258	240	272	76	78	173	173	322	322	169	185	181	181
Krka2*	133	153	257	263	186	190	230	234	241	249	234	264	240	256	76	82	191	191	318	332	169	185	nd	nd
Krka4*	133	139	239	257	186	190	228	234	239	241	258	258	240	262	76	76	189	191	318	322	167	169	165	181
Krka5*	136	153	257	261	186	206	224	224	239	249	258	258	250	250	76	78	181	181	306	310	175	195	nd	nd
Krka6*	133	153	247	257	186	190	230	234	239	249	258	258	252	272	76	76	181	181	318	332	169	195	177	177
Krka8*	133	153	239	239	186	186	234	234	249	255	nd	nd	240	272	76	82	193	193	318	318	167	167	177	177
Krka9	139	149	239	263	186	190	230	248	249	249	234	258	240	240	76	82	191	193	318	322	167	195	177	181
Krka10*	136	157	249	257	206	208	238	248	237	255	219	236	nd	nd	78	78	187	187	310	332	173	173	187	187
Krka11*	157	157	247	249	188	190	228	230	241	255	244	258	240	240	76	78	189	191	306	322	169	185	171	177
Krka13*	133	153	247	263	188	190	228	234	249	249	236	236	240	240	76	82	191	191	306	318	195	195	203	203
Krka15	139	139	249	257	188	190	228	242	239	239	236	236	240	252	76	82	177	177	306	318	167	195	171	203
Krka17*	133	139	247	257	190	190	228	242	239	255	236	258	240	252	76	76	180	180	306	306	185	195	171	171

Prilog 7. nastavak 3

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4F3.1												
Krka18	143	153	239	247	182	186	230	242	249	255	244	258	256	256	76	76	176	189	318	322	185	185	181	181
Krka19	133	157	253	263	190	190	228	242	249	255	236	236	240	272	78	82	189	195	318	322	169	169	181	181
Krka20	133	157	263	263	190	190	230	242	249	255	236	236	240	272	76	78	176	189	318	318	169	169	181	181
Krka21	133	151	263	263	182	190	234	248	249	255	236	236	256	272	76	76	176	193	318	318	169	185	177	177
Krka24	133	133	247	263	190	190	230	242	239	241	nd	nd	240	256	76	76	177	193	322	332	nd	nd	171	181
Krka25*	133	143	239	257	190	190	234	234	239	255	236	236	240	252	78	82	181	181	316	332	175	185	171	181
Krka26	133	153	263	265	180	182	230	234	241	249	254	268	240	256	76	82	177	189	322	322	167	169	171	187
Krka27	143	153	247	253	186	190	230	234	249	255	236	244	240	240	76	76	189	189	318	322	185	185	177	177
Psunj3	141	153	249	257	182	192	230	234	249	267	236	236	240	256	76	76	181	193	314	316	167	169	177	177
Psunj4	153	153	239	247	190	192	228	230	239	255	244	244	240	256	76	76	173	193	316	318	169	183	171	177
Psunj5	133	139	239	257	190	192	230	234	239	255	236	236	240	240	76	76	181	181	306	318	169	169	177	177
Psunj6*	141	141	255	263	190	190	230	248	249	255	236	244	240	240	76	78	177	193	306	310	167	167	201	203
Psunj7	133	157	239	247	186	190	228	234	249	267	nd	nd	nd	nd	76	76	193	193	306	306	169	169	171	177
Psunj8	133	141	247	263	190	192	230	230	249	249	nd	nd	240	240	76	82	181	185	306	316	167	169	177	177
Psunj10	141	153	247	257	182	192	230	234	255	267	236	268	240	272	76	82	181	193	316	316	169	195	171	177
Psunj11	153	157	239	247	188	190	228	230	239	249	268	268	272	272	76	76	181	181	318	318	169	183	171	171
Psunj12	153	157	257	263	188	190	228	230	239	249	268	268	240	272	76	78	193	193	316	318	167	169	171	177
Psunj14	141	157	257	257	188	190	230	234	255	257	236	264	256	256	76	78	177	193	314	316	169	195	177	177
Psunj21	133	141	239	257	188	190	230	236	249	257	246	246	240	240	76	82	185	185	306	318	167	167	177	177
Psunj22	141	153	239	247	190	192	230	230	249	255	236	246	240	240	78	82	193	193	306	316	167	167	177	177
Psunj23	145	157	239	249	188	190	230	230	249	249	236	244	240	240	82	82	191	193	306	316	167	167	171	171
Psunj24	133	153	257	257	188	190	230	230	249	257	244	264	240	240	76	76	177	177	306	306	167	167	171	171
Psunj25	133	157	239	261	188	190	230	230	249	249	236	244	240	240	76	82	177	177	306	306	167	167	201	203
Psunj26	133	133	239	261	190	190	230	230	249	257	236	244	240	240	nd	nd	177	177	306	306	167	167	177	177
Psunj27	nd	nd	239	239	nd	nd	230	230	249	257	nd	nd	240	240	nd	nd	191	191	306	306	167	169	171	177
Psunj28	153	157	257	261	190	195	230	242	255	267	236	264	240	240	76	76	193	193	306	306	171	183	165	171

Prilog 7. nastavak 4

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4F3.1												
Giz1	151	155	263	263	190	190	230	242	249	255	236	236	240	240	76	76	181	181	316	318	167	169	171	171
Giz2	133	151	261	263	190	190	242	242	249	267	236	236	240	240	76	76	187	195	316	322	167	169	177	177
CF	139	147	239	263	182	190	228	242	239	255	228	236	240	258	76	76	187	187	314	324	185	189	171	177
MU	133	133	233	249	180	195	230	238	241	249	246	268	264	272	76	76	181	185	318	318	185	189	165	206

* feralna jedinka
CF Cabernet Franc, MU Muscat à petits grains: genotip za harmonizaciju alelnih vrijednosti

Prilog 7. nastavak 5

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
Pak1	149	165	361	369	289	291	214	214	249	250	151	157	260	266	150	166	247	251	194	200	188	190	127	127
Pak2	163	165	365	369	291	291	210	210	249	250	149	151	266	266	150	158	247	251	194	196	201	201	149	160
Pak3	163	165	359	365	291	295	204	210	249	250	151	151	266	268	150	154	247	251	194	194	190	201	127	149
Pak5	149	163	365	369	289	291	204	210	244	249	147	151	266	266	150	160	251	251	194	196	201	201	127	135
Pak6	149	163	359	359	291	299	210	210	249	250	149	157	266	266	150	150	251	251	194	194	190	194	149	149
Pak7	149	149	359	369	289	289	210	210	249	249	149	157	266	266	150	158	247	247	194	194	201	201	151	151
Pak8	157	163	nd	nd	289	291	210	210	249	250	157	157	266	266	150	154	251	251	194	194	201	201	127	149
Pak9	149	173	359	373	291	295	210	210	249	250	157	157	266	266	150	162	251	253	194	196	190	201	127	127
Pak10	163	163	359	373	291	291	210	210	250	250	157	157	266	268	150	158	251	251	194	194	201	201	149	151
Pak11	149	179	363	373	287	289	204	210	249	250	151	151	266	266	160	160	251	253	194	196	190	201	135	149
Pak12	165	165	361	369	291	291	206	210	250	250	157	157	266	266	150	160	247	251	194	200	201	201	149	151
Pak13	165	165	nd	nd	289	291	210	210	250	250	147	157	266	266	158	158	251	251	194	200	201	201	135	151
Pak14	163	165	359	383	291	291	204	214	250	250	147	157	266	266	150	150	245	251	196	204	201	201	149	149
Pak15	165	165	359	365	289	291	210	210	249	250	157	157	266	266	150	158	251	251	194	194	188	201	149	149
Pak16	163	165	359	359	289	291	210	214	250	250	147	157	266	266	162	174	251	251	194	194	201	201	121	135
Pak17	149	165	369	373	291	291	210	210	250	250	157	157	266	266	150	158	251	251	194	194	201	201	149	151
Pak18	163	173	359	369	291	291	204	210	244	250	147	151	266	266	150	174	251	251	194	194	201	201	135	149
Pak19	149	173	359	369	287	289	210	210	244	250	157	157	266	268	154	158	251	251	194	194	170	201	127	149

Prilog 7. nastavak 6

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
Pak20	149	149	369	369	289	291	210	214	244	249	149	157	266	268	158	160	247	251	194	194	190	201	149	153
Pak21	149	173	359	369	291	295	204	214	244	250	157	157	266	268	150	162	251	251	194	194	190	201	121	149
Pak22	165	173	359	377	289	291	210	210	249	250	149	151	266	268	150	162	251	251	196	200	188	190	127	149
Pak23	149	173	359	365	289	291	210	210	249	250	149	151	266	268	150	162	251	251	196	200	188	190	149	149
Pak24	163	163	361	373	291	291	204	210	249	250	147	157	266	268	150	154	247	251	194	194	190	201	149	149
Pak25	163	173	359	369	289	291	210	210	249	250	149	157	266	268	150	166	247	251	194	194	194	201	135	151
Pak26	149	163	359	365	289	291	204	210	249	249	149	157	266	266	160	160	251	251	194	194	201	201	127	149
Pak27	163	165	359	373	291	291	210	210	249	252	151	157	266	266	150	150	251	251	194	202	194	201	149	151
Pak28	163	165	361	373	291	291	204	210	250	250	147	151	266	266	160	174	251	251	194	194	201	201	149	149
Pak29	165	179	359	369	289	291	210	210	244	250	157	157	266	266	174	174	251	251	194	202	201	201	135	149
Pak30	165	165	361	377	289	291	210	214	250	252	149	151	266	268	150	160	251	251	194	204	201	201	135	151
Pak31*	163	173	373	373	289	291	210	210	250	250	151	157	266	266	150	150	243	247	194	196	188	201	135	151
Pak32	165	165	359	373	291	295	210	214	250	250	157	157	266	266	150	158	251	251	194	194	170	201	135	149
Pak33	149	163	359	373	291	295	210	210	244	250	147	157	266	268	162	162	251	251	194	196	201	201	135	149
Pak34	165	165	361	369	289	291	210	214	250	252	149	157	266	268	158	160	251	251	194	196	201	201	127	151
Im1*	149	165	365	369	291	295	206	212	244	250	149	157	266	268	162	166	251	259	194	204	188	194	127	135
Im3	163	165	359	369	289	291	204	212	249	250	149	157	260	266	150	162	247	251	196	196	201	201	127	127
Im4	163	165	361	361	291	291	204	210	249	250	149	157	264	266	150	166	247	255	196	196	201	201	127	127
Im5	149	163	361	369	289	291	204	204	244	250	157	157	260	266	150	150	251	251	196	196	201	201	127	135
Im7	165	165	361	369	295	295	212	214	249	250	151	157	260	266	150	150	255	255	188	194	194	201	127	135
Im8	163	165	361	369	291	295	212	212	249	250	157	157	266	268	150	162	247	251	196	196	190	201	127	127
Im10*	165	167	359	377	291	295	210	210	250	250	149	157	260	266	160	160	243	251	188	194	190	194	135	149
Im11	163	165	361	373	291	306	204	206	244	250	157	157	260	266	150	150	243	251	194	196	190	201	127	127
Im12*	149	163	361	377	289	291	204	212	249	249	157	157	260	266	150	150	247	251	194	196	194	201	135	149
Im14	163	165	369	369	291	295	210	212	249	250	157	157	266	266	150	162	251	251	196	196	190	201	127	127
Im15*	163	165	361	369	291	295	212	212	250	250	157	157	266	268	150	150	247	251	194	196	201	201	127	149
Im16*	149	163	359	367	295	306	204	212	250	250	151	157	266	266	150	160	255	259	188	196	201	201	127	135
Im17	149	165	365	377	291	295	204	212	250	250	149	157	260	266	158	158	247	251	194	196	188	201	127	149

Prilog 7. nastavak 7

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
Im18	163	165	361	361	291	295	204	212	244	250	149	157	260	260	150	160	247	247	194	196	188	201	127	135
Im19	165	165	359	369	291	291	212	212	249	249	157	157	266	266	150	150	247	251	194	196	190	201	127	149
Im20	149	163	369	377	291	295	204	210	249	250	155	157	260	266	150	150	247	251	194	196	188	194	127	135
Im21	149	149	363	369	291	295	210	212	249	250	147	157	264	266	150	160	251	251	188	196	194	201	127	145
Luk1	149	163	380	380	289	291	210	214	249	249	149	157	260	266	150	160	251	251	194	194	201	201	149	149
Luk2	163	165	359	359	289	291	210	210	249	250	149	151	260	260	150	150	251	251	194	200	190	201	149	149
Luk3	149	163	nd	nd	291	291	nd	nd	249	249	149	149	nd	nd	150	150	nd	nd	194	196	190	201	151	151
Luk4	163	163	359	380	289	291	210	214	250	250	149	157	266	266	150	150	251	255	194	200	190	201	149	151
Luk5	149	149	359	380	289	289	204	210	250	250	149	149	266	266	150	150	249	249	194	196	190	201	127	149
Luk6	149	151	359	380	289	291	210	214	250	250	149	157	266	266	150	150	243	251	194	196	201	201	149	149
Luk8	149	167	359	380	289	291	210	210	250	250	147	149	266	266	150	160	247	251	194	196	190	201	149	151
Luk9*	163	163	359	365	289	291	210	214	250	250	149	151	266	266	160	160	255	255	194	194	190	190	149	151
Luk10	149	149	359	380	289	289	210	214	250	250	149	149	266	266	150	160	251	251	196	196	201	201	149	151
Luk11	163	163	359	380	289	289	210	210	249	249	149	151	266	266	150	150	249	249	194	194	190	201	149	149
Luk12	163	163	nd	nd	nd	nd	210	210	250	250	149	151	nd	nd	160	160	249	255	196	196	190	190	149	155
Luk13	149	163	363	380	291	291	210	210	249	250	147	149	266	266	150	150	237	253	194	194	190	201	149	151
Luk14	149	163	nd	nd	291	291	210	210	250	250	149	151	260	266	150	150	237	251	194	194	190	201	149	149
Luk15	149	163	380	380	nd	nd	nd	nd	249	249	149	157	nd	nd	150	160	237	251	194	194	201	201	149	149
Luk16	163	163	nd	nd	291	291	214	214	250	250	149	157	nd	nd	150	160	247	247	194	194	201	201	149	151
Luk17	149	149	nd	nd	291	291	210	214	250	250	151	157	266	266	150	160	251	251	194	194	201	201	149	149
Luk18	163	163	383	383	289	289	210	214	249	250	151	157	nd	nd	150	162	247	247	194	202	190	201	149	149
Luk19	149	163	nd	nd	291	299	206	210	249	250	149	151	nd	nd	150	162	nd	nd	194	194	190	201	149	151
Luk20	149	163	nd	nd	289	289	210	214	250	250	149	149	nd	nd	150	150	237	251	194	194	190	201	149	149
Grab1	149	149	nd	nd	291	291	210	210	250	257	149	157	266	266	150	150	nd	nd	196	200	190	201	149	149
Grab3*	149	165	359	359	295	295	206	212	229	250	149	149	257	266	152	162	243	255	194	202	184	190	151	164
Grab4*	149	167	365	377	295	295	204	206	250	250	149	149	264	264	150	166	237	255	188	194	188	201	127	149
Krka1*	165	173	359	359	289	291	204	204	252	252	149	149	266	266	150	166	238	251	194	196	188	188	135	151
Krka2*	163	165	369	373	291	295	210	210	249	250	149	149	266	266	150	150	238	251	194	196	190	201	127	149

Prilog 7. nastavak 8

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
Krka4*	163	165	359	373	289	291	206	210	250	250	149	151	266	266	158	166	238	251	188	196	nd	nd	121	149
Krka5*	143	163	367	367	284	289	204	210	229	250	149	149	nd	nd	154	158	251	263	194	196	nd	nd	127	174
Krka6*	149	163	367	367	289	291	210	210	244	250	149	155	266	266	158	166	245	251	196	204	188	201	127	149
Krka8*	149	163	359	373	289	291	210	210	250	257	151	157	266	266	158	166	238	238	194	202	188	190	127	149
Krka9	149	163	369	373	289	291	212	214	250	250	151	157	266	266	150	166	238	251	200	202	201	201	127	149
Krka10*	143	147	365	365	284	306	204	204	229	229	149	173	257	257	154	154	259	263	188	194	186	186	174	174
Krka11*	161	163	361	363	289	291	212	215	249	250	157	157	268	268	150	158	251	251	196	202	190	201	127	149
Krka13*	163	167	367	369	289	291	210	210	252	252	149	155	266	266	176	176	245	251	196	204	201	201	151	151
Krka15	149	167	367	369	289	291	204	210	244	250	149	149	266	266	160	174	251	251	200	202	190	190	149	151
Krka17*	149	177	363	369	289	299	204	204	250	250	149	149	266	266	150	174	251	251	196	200	190	190	149	151
Krka18	163	177	363	369	289	289	210	210	250	250	147	151	266	266	150	150	243	259	200	202	194	201	135	149
Krka19	163	167	369	373	289	291	215	215	250	252	149	157	266	266	150	154	245	251	194	196	190	201	149	151
Krka20	163	163	361	373	289	291	210	215	250	250	149	149	266	266	150	150	245	247	194	196	190	201	149	149
Krka21	149	163	359	369	289	291	210	210	250	252	147	149	266	266	150	150	245	259	194	202	188	194	127	149
Krka24	149	149	363	369	289	291	210	210	nd	nd	151	155	266	266	150	158	245	251	196	202	194	201	135	135
Krka25*	163	179	367	377	291	295	204	210	250	250	149	149	268	268	166	166	245	251	194	196	190	194	135	151
Krka26	149	149	363	369	289	289	210	215	250	250	149	149	266	266	150	160	251	251	194	194	188	201	127	127
Krka27	165	177	369	369	289	291	210	215	250	252	147	151	266	266	150	158	245	251	196	202	201	201	135	149
Psunj3	149	163	359	383	289	291	206	210	249	249	149	151	266	266	160	160	237	251	196	200	188	201	127	149
Psunj4	163	165	359	383	289	295	210	214	250	250	151	157	260	260	150	162	251	251	188	204	190	201	127	149
Psunj5	163	163	369	383	291	295	210	214	250	250	147	149	260	260	150	160	247	251	194	194	190	190	127	149
Psunj6*	149	149	353	383	291	295	204	210	nd	nd	147	149	257	266	150	162	249	251	181	196	190	190	135	139
Psunj7	163	167	380	383	289	291	210	212	249	250	149	149	266	266	160	162	251	251	194	194	201	201	127	149
Psunj8	161	163	383	383	291	291	206	210	249	250	151	157	266	266	162	162	251	251	196	204	190	201	127	127
Psunj10	149	163	359	383	291	291	208	210	249	249	151	151	266	266	150	160	251	251	196	204	188	201	127	135
Psunj11	149	163	359	359	289	295	210	210	249	250	149	151	nd	nd	150	160	251	251	188	194	188	188	145	149
Psunj12	149	163	359	383	289	295	206	210	249	250	149	157	266	266	150	150	251	251	194	204	188	188	127	149
Psunj14	163	177	373	373	289	291	210	210	249	249	149	151	260	266	150	150	251	251	196	204	188	188	127	149

Prilog 7. nastavak 9

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
Psunj21	163	177	359	359	289	291	208	210	249	250	149	157	nd	nd	150	150	251	251	196	204	190	201	127	149
Psunj22	161	163	383	383	291	291	208	210	249	250	149	157	266	266	150	162	251	251	194	204	201	201	135	149
Psunj23	161	163	383	383	289	291	208	210	250	250	149	149	266	266	150	162	251	253	194	194	201	201	127	149
Psunj24	149	163	383	383	289	291	210	210	250	250	149	157	nd	nd	150	160	251	253	196	196	190	201	127	149
Psunj25	163	163	383	383	289	291	210	214	250	250	149	157	nd	nd	150	160	247	253	194	194	190	201	127	151
Psunj26	161	163	383	383	289	291	208	210	249	250	149	157	266	266	150	150	247	253	194	194	190	190	127	151
Psunj27	161	163	383	383	289	291	210	210	250	250	149	149	260	266	150	150	247	253	194	196	190	190	127	127
Psunj28	149	163	359	383	289	295	210	214	250	250	149	157	260	266	150	162	247	249	194	196	190	190	127	149
Giz1	nd	nd	369	369	289	289	210	210	250	250	149	157	260	266	150	160	247	251	194	196	nd	nd	nd	nd
Giz2	nd	nd	359	377	289	289	210	215	250	250	147	149	260	266	150	150	247	251	194	196	nd	nd	nd	nd
CF	165	179	373	373	291	291	206	206	249	259	149	151	266	270	150	160	247	259	194	204	194	201	135	135
MU	165	165	365	376	291	295	210	215	250	267	147	147	264	266	160	162	251	255	186	196	188	188	121	135

* feralna jedinka

CF Cabernet Franc, MU Muscat à petits grains: genotip za harmonizaciju alelnih vrijednosti

Prilog 8. Mikrosatelitski profili 67 sjemenjaka na osnovi 24 nSSR lokusa

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4f3.1												
SjGiz1	155	155	263	263	190	190	242	242	249	255	236	264	240	240	76	76	181	193	306	318	167	169	171	171
SjGiz2	133	151	249	263	186	190	228	230	249	255	236	258	240	272	76	76	181	187	318	326	167	167	203	203
SjGiz3	133	155	263	263	180	190	230	230	241	249	236	236	240	256	76	82	181	195	306	316	167	169	171	171
SjGiz4	151	155	261	263	190	190	230	242	249	249	236	236	240	240	76	76	181	195	316	322	167	169	171	177
SjGiz5	151	151	263	263	190	192	242	242	249	255	236	236	240	256	76	76	181	191	318	318	167	169	177	203
SjGiz6	151	151	263	263	190	190	230	230	249	255	236	244	240	240	76	76	181	191	316	318	167	169	171	171
SjGiz7	133	155	257	263	190	192	230	242	249	249	236	236	240	250	76	82	181	181	316	322	167	169	171	177
SjGiz8	151	155	263	263	190	190	230	242	249	255	236	236	240	256	76	76	181	195	318	318	167	167	171	177
SjGiz9	151	151	263	263	190	190	234	242	255	257	236	236	240	256	76	76	181	191	306	316	167	169	171	171
SjGiz10	143	155	263	263	190	190	230	242	241	249	236	258	240	240	76	82	181	195	316	316	167	169	171	171
SjGiz11	155	155	263	263	190	190	230	230	249	249	236	264	240	250	76	76	181	195	316	316	169	169	171	177
SjGiz12	155	155	261	263	190	190	230	242	249	249	236	246	240	256	76	76	181	195	318	322	167	169	171	177
SjGiz13	141	151	263	263	190	190	230	234	255	255	228	236	240	262	76	76	181	191	316	322	167	167	171	177
SjGiz14	145	155	249	263	186	190	230	242	241	255	236	258	240	272	76	78	181	195	316	330	167	169	171	203
SjGiz15	151	151	249	263	190	192	234	242	249	255	236	252	240	240	76	76	181	191	316	316	169	169	181	203
SjGiz16	151	151	263	263	190	190	230	242	249	255	236	236	240	256	76	76	181	191	306	318	169	169	171	171
SjGiz17	139	155	263	263	190	192	230	242	239	249	236	236	240	256	76	76	181	191	318	318	169	169	171	177
SjGiz18	151	155	239	263	190	190	242	242	249	255	236	236	240	256	76	76	181	181	316	318	167	169	171	171
SjGiz19	141	151	nd	nd	190	192	242	242	255	255	236	236	240	250	76	76	176	187	316	322	167	169	171	203
SjGiz20	139	151	263	263	190	190	242	242	249	255	236	264	240	256	76	76	181	193	318	318	167	169	177	203
SjGiz21	155	155	253	253	180	190	230	230	249	249	236	236	240	256	76	82	181	195	306	318	167	167	171	201
SjGiz22	155	155	263	263	180	190	242	242	239	249	236	236	240	240	76	76	181	181	316	322	167	169	171	171
SjGiz23	151	155	257	263	190	190	230	242	249	249	236	264	240	250	76	82	181	187	316	316	169	195	171	181

Prilog 8. nastavak 1

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4f3.1												
SjGiz24	155	155	263	263	190	190	230	230	249	249	228	236	240	250	76	76	181	195	318	318	167	169	187	201
SjGiz25	151	155	251	263	180	190	242	242	249	255	236	264	240	240	76	82	181	193	318	332	169	195	171	203
SjPak1	141	147	249	263	190	192	228	230	249	249	234	264	240	256	76	76	181	191	316	322	167	175	177	177
SjPak2	151	155	249	263	190	190	238	242	239	239	234	236	240	250	76	76	181	181	316	330	175	195	177	181
SjPak3	151	155	263	263	190	190	230	242	239	249	234	236	240	240	76	80	173	191	306	322	169	175	181	181
SjPak4	141	155	249	263	190	190	230	236	239	249	234	236	240	250	76	76	181	191	322	330	169	195	171	181
SjPak5	141	151	249	263	190	190	230	242	239	249	234	264	240	240	76	76	181	191	322	322	169	169	177	181
SjPak9	141	155	263	263	190	190	230	242	249	255	236	264	240	256	76	76	181	181	306	316	167	167	177	181
SjPak10	133	139	247	263	190	190	242	242	239	267	264	264	240	240	76	78	181	191	316	316	169	169	177	177
SjPak11	133	141	257	263	180	190	242	242	241	267	264	264	240	256	76	82	173	191	306	306	167	169	177	181
SjPak12	151	151	257	263	180	190	234	240	239	255	264	264	240	256	76	82	181	181	306	326	167	169	177	181
SjPak13	133	151	257	263	190	190	242	242	241	255	264	264	240	256	76	76	181	191	306	306	167	185	177	181
SjPak14	133	141	263	263	180	190	234	240	241	267	264	264	240	240	76	76	173	191	306	326	167	169	177	181
SjPak15	133	141	257	263	180	190	234	240	241	267	264	264	240	256	76	82	173	181	306	326	167	185	177	181
SjPak16	133	141	263	263	180	190	240	242	241	267	264	264	240	240	76	76	181	181	306	306	167	169	177	181
SjPak17	133	151	263	263	180	190	240	242	241	255	264	264	240	256	76	76	181	191	306	306	167	169	177	181
SjPak18	141	151	263	263	190	190	240	242	239	267	264	264	240	240	76	82	181	191	306	326	167	169	177	181
SjCer1	141	155	239	249	186	192	230	242	257	267	236	236	240	256	76	78	181	195	318	318	169	169	171	177
SjCer2	139	151	247	263	186	192	230	230	241	249	236	236	240	256	76	78	181	195	318	318	169	169	177	177
SjCer3	151	151	249	263	180	190	230	234	249	249	236	236	240	256	76	76	181	195	318	318	169	195	177	177
SjCer4	141	151	263	263	180	190	230	242	249	267	236	236	240	240	76	76	193	195	318	318	169	195	177	177
SjCer5	141	155	263	263	190	192	230	230	249	267	236	236	240	240	76	78	181	195	318	318	167	169	177	177
SjCer6	139	151	247	263	180	186	230	242	241	249	236	236	240	256	76	82	181	181	318	318	169	169	171	171
SjCer7	141	155	247	263	180	192	230	230	257	267	236	236	240	256	76	78	181	195	318	318	169	169	171	177

Prilog 8. nastavak 2

Uzorak	VVS2	VVMD7	VVMD27	VVMD5	VVMD25	VVMD28	VVMD32	VVIQ52	VVIP31	VVIP60	VMC1B11	VMC4f3.1												
SjCer8	141	141	265	265	180	190	230	234	267	267	236	236	240	256	76	76	193	195	318	318	169	195	177	177
SjCer9	141	155	249	265	192	192	230	242	257	267	236	236	240	256	76	78	191	195	318	318	169	169	171	171
SjCer10	151	155	251	265	180	190	230	234	249	249	236	236	240	240	78	78	181	193	318	318	169	169	177	177
SjCer11	141	151	263	263	190	192	230	230	249	267	236	236	240	250	76	76	181	195	318	318	169	169	171	177
SjCer12	141	151	255	261	190	192	230	230	255	267	236	236	240	256	76	76	181	181	318	318	167	169	171	171
SjCer13	151	155	239	257	190	190	234	242	255	255	236	236	240	264	76	78	173	181	318	318	167	169	171	177
SjCer14	151	155	263	263	180	190	230	230	249	249	234	236	240	240	76	78	181	195	318	318	167	169	177	177
SjCer15	141	155	239	263	180	192	230	230	249	267	236	236	240	240	76	78	193	195	316	318	169	169	171	177
SjCer16	139	141	239	249	180	192	230	230	241	267	236	236	240	256	82	82	181	195	318	318	169	169	171	177
SjCer17	141	155	257	265	190	192	230	242	249	267	236	236	240	240	76	78	181	181	318	318	169	195	171	171
SjCer18	143	151	249	263	190	192	230	230	239	249	236	236	240	240	78	78	181	195	318	326	169	183	171	177
SjCer19	141	151	239	265	190	192	230	230	255	267	236	249	240	256	76	76	181	181	318	318	169	195	171	171
SjCer20	151	151	263	263	190	192	228	230	249	255	236	236	240	256	76	76	191	195	318	318	167	169	177	177
SjCer21	151	155	239	263	180	192	230	242	249	257	236	236	240	250	76	78	181	195	318	318	169	169	171	177
SjCer22	151	155	257	261	190	190	230	234	249	267	236	264	240	256	76	78	181	181	318	318	167	169	171	171
SjCer23	151	155	239	263	186	192	230	242	249	257	236	236	240	250	78	82	181	195	318	318	169	169	171	171
SjCer24	151	151	239	249	180	190	230	234	249	267	236	236	240	250	76	76	181	195	318	318	167	169	171	177
SjCer25	133	151	249	263	180	190	228	230	239	249	236	236	240	240	76	76	181	191	318	318	169	169	177	177
SjCer26	141	151	239	249	192	192	230	242	249	267	236	236	240	256	76	76	187	187	318	318	169	169	171	177
SjCer27	141	155	263	263	190	190	230	234	249	249	236	236	240	250	76	78	181	191	306	318	169	185	171	171
CF	139	147	239	263	182	190	228	242	239	255	228	236	240	258	76	76	187	187	314	324	185	189	171	177
MU	133	133	233	249	180	195	230	238	241	249	246	268	264	272	76	76	181	185	318	318	185	189	165	206

CF Cabernet Franc, MU Muscat à petits grains: genotip za harmonizaciju alelnih vrijednosti

Prilog 8. nastavak 3

Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
SjGiz1	163	173	367	367	289	291	210	210	250	250	157	157	260	266	150	150	247	251	196	196	201	201	127	145
SjGiz2	165	173	367	375	289	299	206	210	250	250	149	155	266	266	148	160	247	257	188	193	190	201	127	145
SjGiz3	165	173	358	367	289	289	210	210	250	250	157	157	260	266	150	150	247	255	196	196	190	201	127	149
SjGiz4	149	173	359	369	289	289	210	210	250	250	149	149	260	266	150	150	247	247	196	196	201	201	127	149
SjGiz5	149	165	367	380	289	295	210	215	250	250	149	157	260	266	150	160	247	251	194	196	201	201	127	149
SjGiz6	173	173	359	367	289	291	210	212	250	250	149	149	266	266	150	160	247	251	194	194	201	201	127	149
SjGiz7	149	165	367	380	289	291	210	210	249	250	149	157	266	266	158	160	251	251	194	194	188	201	127	135
SjGiz8	149	165	359	367	289	291	210	212	250	250	149	157	266	266	154	160	251	251	196	196	201	201	127	149
SjGiz9	163	173	367	380	289	289	210	210	250	250	149	157	260	266	150	150	251	251	194	196	201	201	127	151
SjGiz10	163	173	358	367	289	291	210	210	249	250	149	157	266	266	150	160	247	247	194	196	201	201	127	149
SjGiz11	149	165	359	367	289	291	210	212	250	250	149	149	266	266	160	162	251	251	196	196	188	201	127	149
SjGiz12	149	173	358	367	289	291	210	215	250	250	149	157	260	260	150	166	247	251	188	196	201	201	127	127
SjGiz13	149	149	367	367	289	289	210	212	253	253	149	157	260	266	150	154	247	251	194	194	201	201	127	127
SjGiz14	165	173	359	367	289	291	206	210	250	259	149	151	266	266	160	166	247	251	188	194	190	201	121	127
SjGiz15	149	163	358	367	289	289	210	210	250	250	157	157	266	266	150	162	247	251	194	200	201	201	127	127
SjGiz16	149	165	359	367	289	295	210	210	250	250	149	157	266	266	150	160	247	251	196	196	201	201	127	127
SjGiz17	163	173	367	373	289	291	210	210	250	250	149	149	260	266	160	160	251	251	194	196	201	201	127	151
SjGiz18	149	165	367	380	289	291	204	210	249	250	149	157	266	266	150	154	251	251	194	196	190	201	127	127
SjGiz19	173	173	367	375	289	289	210	210	250	250	149	157	266	266	150	160	247	251	194	196	194	201	127	149
SjGiz20	149	163	358	367	289	289	210	215	250	250	157	157	266	266	150	150	238	251	194	196	201	201	127	127
SjGiz21	149	179	367	367	289	289	204	210	250	250	157	157	260	266	150	160	251	255	194	196	190	201	127	149
SjGiz22	149	163	367	367	289	291	210	215	250	250	149	157	266	266	150	150	247	251	194	196	201	201	127	145
SjGiz23	149	149	367	367	289	289	210	210	244	250	149	157	266	266	150	160	247	251	194	194	201	201	127	149
SjGiz24	165	173	358	367	289	291	210	210	250	267	157	157	260	266	150	160	247	247	194	196	201	201	127	127
SjGiz25	173	173	365	367	289	295	210	212	244	250	157	157	266	266	150	160	247	259	196	196	201	201	127	127
SjPak1	163	165	358	369	291	291	210	210	250	250	157	157	266	266	160	160	247	251	194	200	194	201	149	149
SjPak2	165	165	361	361	291	291	206	214	250	250	157	157	266	266	150	150	247	251	194	200	201	201	149	149
SjPak3	163	165	361	369	289	291	210	210	250	250	157	157	266	266	160	160	247	251	194	194	201	201	135	151

Prilog 8. nastavak 4

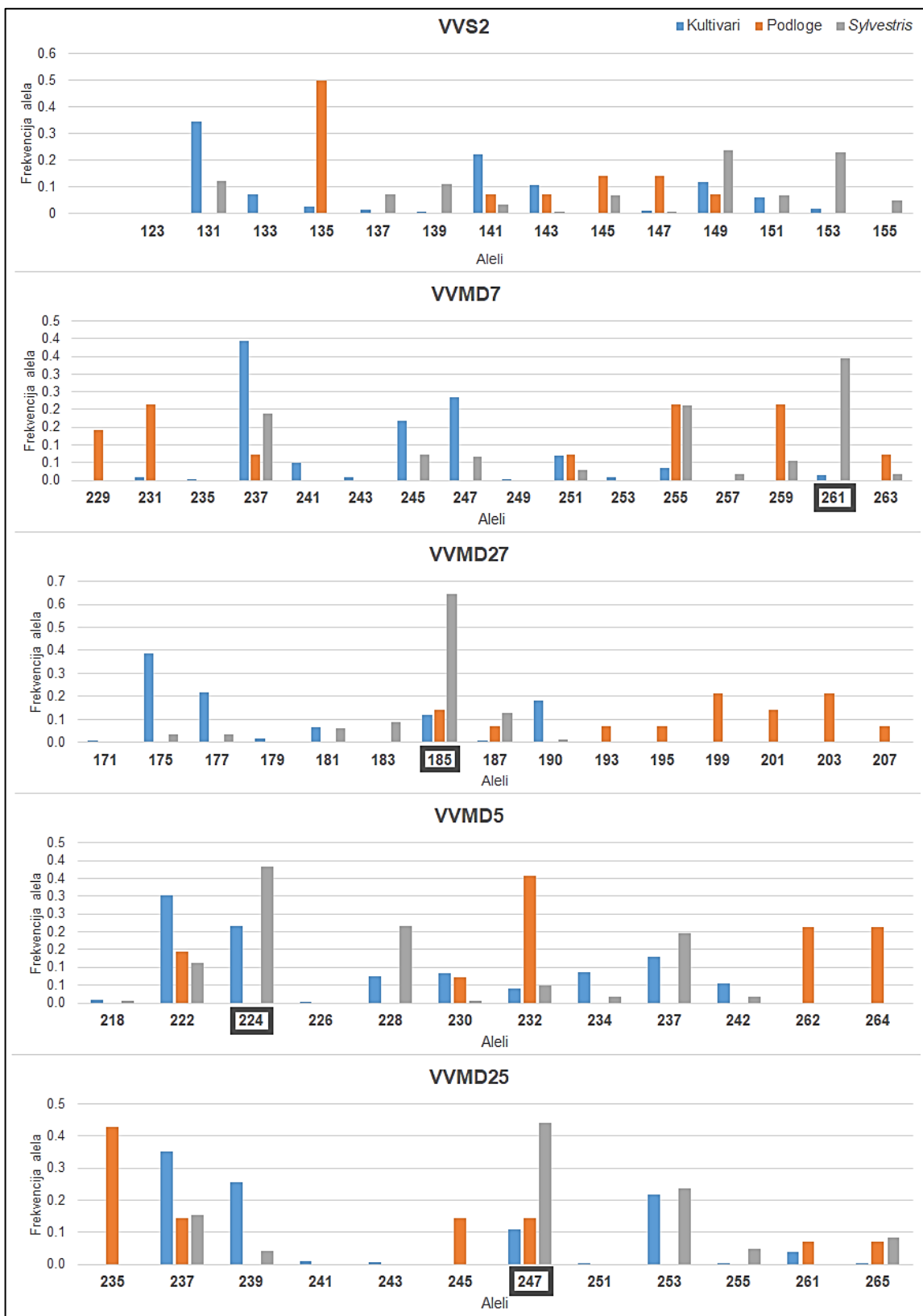
Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
SjPak4	149	165	361	369	291	291	210	210	250	250	157	157	266	266	160	162	251	251	194	200	201	201	121	151
SjPak5	165	165	361	361	291	291	206	206	250	250	157	157	266	266	150	150	247	251	194	200	201	201	135	149
SjPak9	149	165	369	377	291	291	210	214	250	253	149	157	266	268	150	160	251	251	194	196	201	201	127	149
SjPak10	163	165	361	369	291	291	210	214	250	250	149	157	266	268	160	162	251	251	194	196	201	201	149	151
SjPak11	163	165	369	373	291	291	204	210	250	250	151	157	266	266	174	174	251	251	194	194	201	201	149	149
SjPak12	163	179	359	361	291	291	204	210	244	250	151	157	266	266	174	174	251	251	194	194	201	201	149	149
SjPak13	163	179	359	361	291	291	204	210	244	250	147	157	266	266	160	174	251	251	194	194	201	201	135	149
SjPak14	165	179	369	373	291	291	210	210	250	250	151	157	266	266	174	174	251	251	194	202	201	201	135	149
SjPak15	163	165	369	373	291	291	210	210	250	250	151	157	266	266	160	174	251	251	194	194	201	201	135	149
SjPak16	163	165	359	373	291	291	210	210	244	250	147	157	266	266	174	174	251	251	194	202	201	201	149	149
SjPak17	163	179	361	369	291	291	210	210	244	250	151	157	266	266	160	174	251	251	194	202	201	201	135	149
SjPak18	165	179	359	373	291	291	210	210	250	250	151	157	266	266	174	174	251	251	194	202	201	201	135	149
SjCer1	149	163	358	367	289	291	212	212	249	250	149	157	266	266	150	162	238	251	193	193	201	201	127	127
SjCer2	163	163	358	373	289	291	210	212	250	250	157	157	260	266	150	162	238	251	196	196	201	201	127	151
SjCer3	149	163	358	359	289	291	210	210	250	252	149	157	266	268	160	162	251	257	194	196	186	201	127	151
SjCer4	163	163	358	359	289	291	210	212	249	250	157	157	266	268	160	162	251	259	196	196	201	201	127	149
SjCer5	163	163	358	358	291	291	210	212	249	250	149	157	266	266	150	160	251	251	196	196	201	201	127	149
SjCer6	149	163	358	373	291	291	210	212	250	250	149	149	260	266	150	160	238	259	196	196	201	201	127	127
SjCer7	163	163	nd	nd	291	291	210	212	250	250	149	157	260	266	150	160	251	259	nd	nd	201	201	nd	nd
SjCer8	149	163	358	359	291	291	210	210	250	250	157	157	266	268	160	162	251	259	196	196	201	201	127	149
SjCer9	163	163	358	367	291	291	210	212	249	249	157	157	260	266	150	162	251	251	196	196	201	201	145	149
SjCer10	163	163	358	358	291	291	210	210	249	249	157	157	266	266	150	160	251	259	194	196	201	201	145	149
SjCer11	149	149	358	359	291	291	210	210	249	250	149	157	260	266	150	160	251	251	194	196	201	201	127	148
SjCer12	163	163	359	367	291	291	210	214	249	249	157	157	266	266	160	162	251	251	196	196	190	201	121	149
SjCer13	163	163	359	375	289	291	210	210	249	250	149	157	260	266	150	162	251	251	196	196	188	190	149	151
SjCer14	149	149	358	367	291	291	210	212	250	250	147	149	266	266	150	162	251	251	196	196	190	201	149	149
SjCer15	149	163	358	358	291	291	204	210	249	249	157	157	266	266	150	160	251	257	196	196	190	201	149	151
SjCer16	149	163	358	373	291	291	210	210	250	250	149	157	260	266	150	160	251	259	194	194	201	201	127	149

Prilog 8. nastavak 5

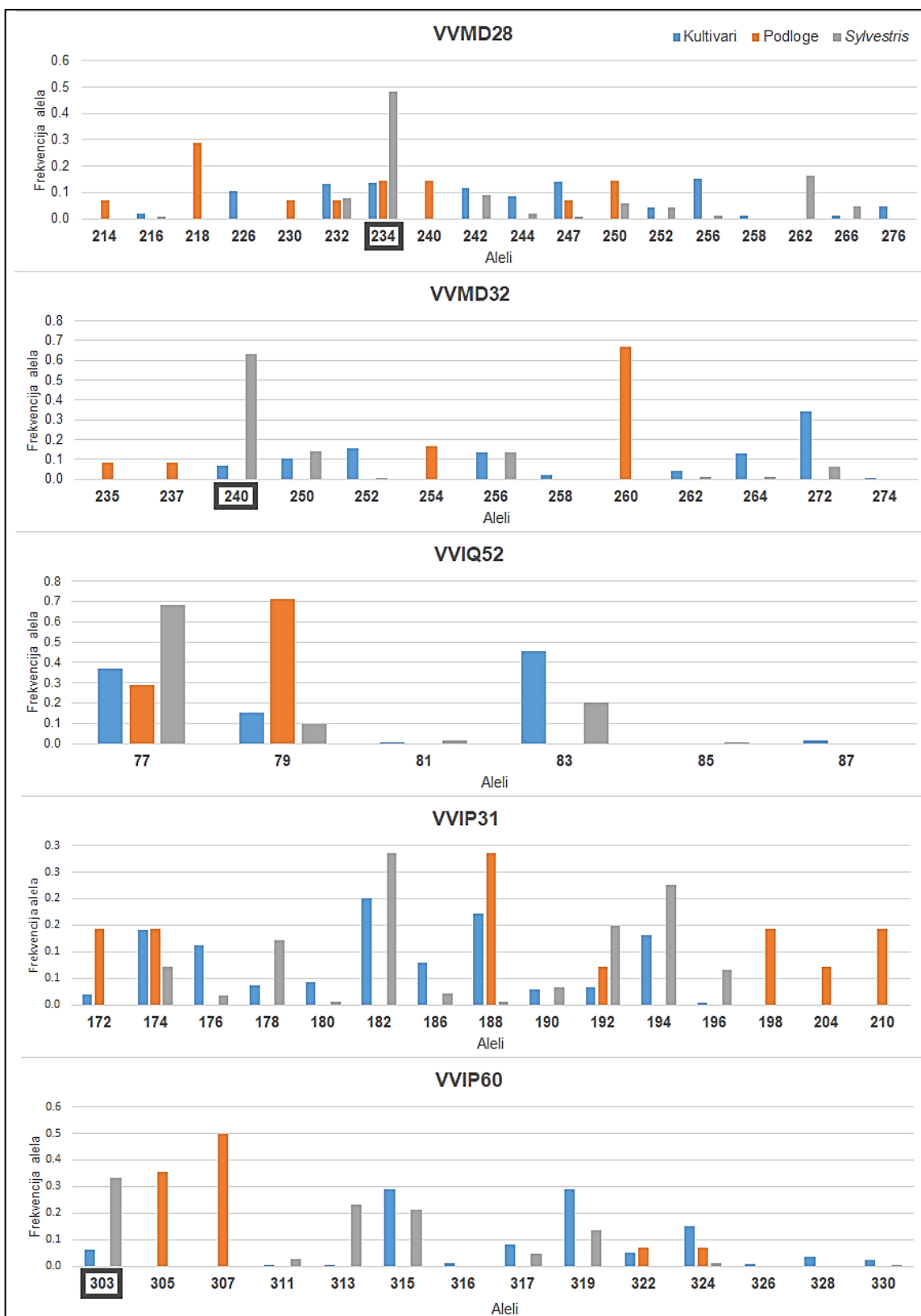
Uzorak	VVIH54	VVIV67	VVIB01	VVMD24	VVMD21	VVIN16	VVIN73	VVIV37	VrZag79	VrZag62	VrZag83	VrZag67												
SjCer17	149	163	359	375	291	291	210	210	250	250	157	157	260	266	150	162	237	251	194	196	190	201	149	149
SjCer18	149	163	358	367	291	291	206	210	250	250	149	149	266	266	150	160	251	251	196	196	201	201	127	149
SjCer19	149	163	359	375	289	291	210	214	249	250	157	157	260	260	150	162	251	251	194	194	190	201	121	149
SjCer20	149	149	358	359	291	291	210	210	nd	nd	157	157	266	266	160	162	251	251	194	196	186	201	127	148
SjCer21	149	163	358	367	291	291	210	212	249	250	157	157	266	266	150	162	251	259	194	196	170	201	149	149
SjCer22	149	163	367	375	289	291	212	212	249	250	157	157	260	266	150	160	251	251	194	196	190	190	121	127
SjCer23	163	163	358	373	289	291	212	212	249	249	149	157	260	266	150	160	238	251	194	196	170	201	127	149
SjCer24	149	163	358	367	291	291	210	210	249	249	157	157	266	266	150	162	251	259	194	194	190	201	127	149
SjCer25	149	149	358	359	289	291	210	212	249	249	157	157	266	266	162	162	251	257	194	194	190	201	149	149
SjCer26	149	165	358	367	291	291	210	210	249	250	149	149	266	266	160	160	251	251	194	194	186	201	127	149
SjCer27	163	163	367	367	289	291	210	212	244	250	147	157	260	266	150	150	251	251	196	196	190	201	127	149
CF	165	179	373	373	291	291	206	206	249	259	149	151	266	270	150	160	247	259	194	204	194	201	135	135
MU	165	165	365	376	291	295	210	215	250	267	147	147	266	266	160	162	251	255	186	196	188	188	121	135

CF Cabernet Franc, MU Muscat à petits grains: genotip za harmonizaciju alelnih vrijednosti

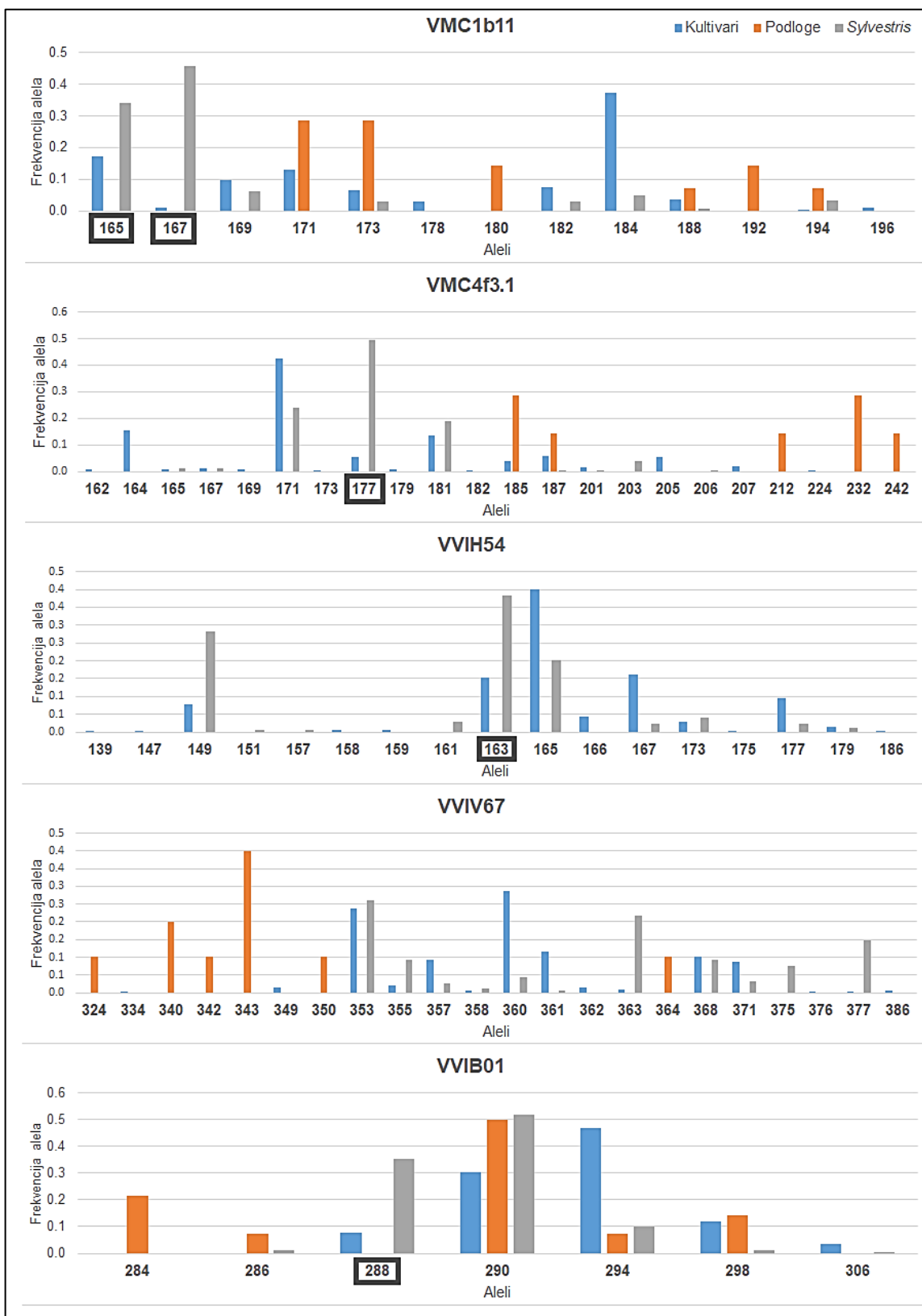
Prilog 9. Frekvencije alela za grupe sorata, podloga i *sylvestris* na 20 SSR lokusa (aleli s frekvencijom većom od 0.3 za *sylvestris* i manjom od 0.3 za ostale grupe posebno su istaknuti)



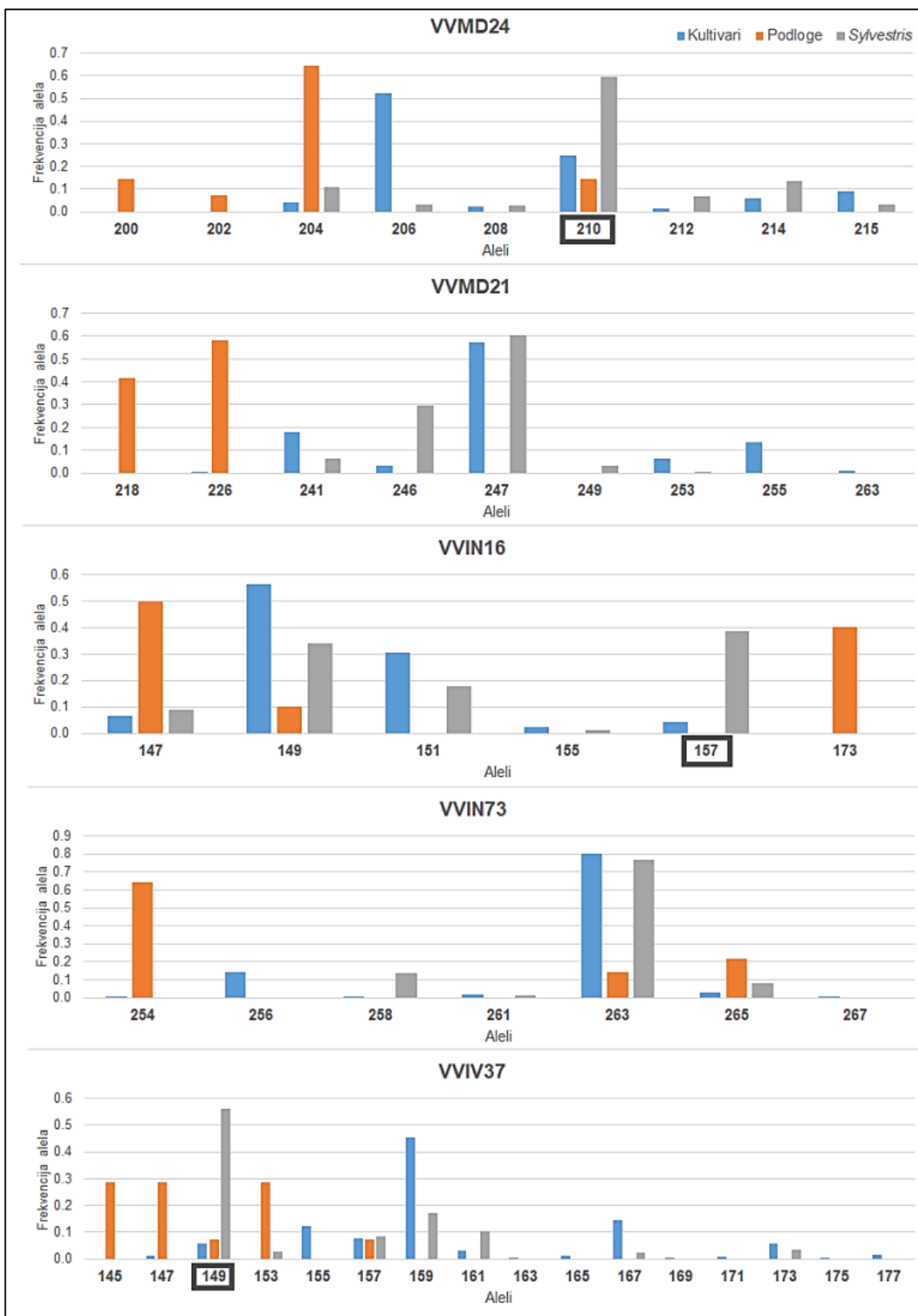
Prilog 9. nastavak 1



Prilog 9. nastavak 2



Prilog 9. nastavak 3



Prilog 10. Polimorfizam ukupnog *in situ sylvestris* seta na APT3 markeru

Uzorak	Fenotip cvijeta	OIV 151	APT3		
Pak1	F	4	266	266	
Pak2	M	1	266	397	466
Pak3	M	1	266	397	466
Pak5	M	1	266	397	466
Pak6	M	1	266	397	466
Pak7	F	4	266	266	
Pak8	nd	nd	266	266	
Pak9	nd	nd	266	266	
Pak10	F	4	266	266	
Pak11	M	1	266	397	466
Pak12	F	4	266	266	
Pak13	M	1	266	466	
Pak14	nd	nd	266	266	
Pak15	nd	nd	266	397	466
Pak16	nd	nd	266	266	
Pak17	M	1	266	397	466
Pak18	nd	nd	266	266	
Pak19	M	1	266	397	466
Pak20	nd	nd	266	266	
Pak21	M	1	266	397	466
Pak22	nd	nd	266	266	
Pak23	nd	nd	266	397	466
Pak24	nd	nd	266	266	
Pak25	nd	nd	266	397	466
Pak26	nd	nd	266	397	466
Pak27	M	1	266	397	466
Pak28	M	1	266	397	466
Pak29	F	4	266	266	
Pak30	nd	nd	266	397	466
Pak31*	nd	nd	266	266	
Pak32	M	1	266	397	466
Pak33	M	1	266	397	466
Pak34	F	4	266	266	
Im1*	F	4	266	397	
Im3	F	4	266	266	
Im4	M	1	266	397	466
Im5	M	1	266	397	466
Im7	nd	nd	266	397	466
Im8	F	4	266	266	
Im10*	H	3	266	397	466
Im11	M (H?)	1	266	397	466
Im12*	M	1	266	397	466
Im14	F	4	266	266	
Im15*	M	1	266	397	466
Im16*	F	4	266	397	466
Im17	F	4	266	266	
Im18	M	1	266	397	466
Im19	M	1	266	397	466

Prilog 10. nastavak 1

Uzorak	Fenotip cvijeta	OIV 151	APT3		
Im20	M	1	266	397	466
Im21	M	1	266	397	466
Luk1	nd	nd	266	266	
Luk2	nd	nd	266	397	466
Luk3	nd	nd	266	466	
Luk4	nd	nd	266	466	
Luk5	M	1	266	397	466
Luk6	nd	nd	266	397	466
Luk8	nd	nd	266	397	466
Luk9*	nd	nd	266	397	466
Luk10	nd	nd	266	397	466
Luk11	nd	nd	266	397	466
Luk12	nd	nd	266	397	466
Luk13	nd	nd	266	466	
Luk14	nd	nd	266	266	
Luk15	nd	nd	266	266	
Luk16	nd	nd	266	397	466
Luk17	nd	nd	266	466	
Luk18	nd	nd	266	466	
Luk19	nd	nd	266	466	
Luk20	nd	nd	266	397	466
Grab1	nd	nd	266	466	
Grab3*	nd	nd	266	397	466
Grab4*	nd	nd	266	397	466
Krka1*	M	1	266	397	466
Krka2*	nd	nd	266	397	466
Krka4*	nd	nd	266	266	
Krka5*	nd	nd	266	397	466
Krka6*	nd	nd	266	266	
Krka8*	nd	nd	266	397	466
Krka9	M	1	266	397	466
Krka10*	nd	nd	336	336	
Krka11*	nd	nd	266	397	466
Krka13*	nd	nd	266	336	
Krka15	nd	nd	266	397	466
Krka17*	nd	nd	266	397	466
Krka18	nd	nd	266	397	466
Krka19	F	4	266	266	
Krka20	F	4	266	266	
Krka21	nd	nd	266	266	
Krka24	M	1	266	397	466
Krka25*	nd	nd	266	266	
Krka26	M	1	266	397	466
Krka27	M	1	266	397	466
Psunj3	M	1	266	397	466
Psunj4	M	1	266	466	
Psunj5	nd	nd	266	466	
Psunj6*	H	3	266	397	466
Psunj7	F	4	266	266	
Psunj8	nd	nd	266	266	

Prilog 10. nastavak 2

Uzorak	Fenotip cvijeta	OIV 151	APT3		
Psunj10	M	1	266	397	466
Psunj11	nd	nd	266	266	
Psunj12	nd	nd	266	266	
Psunj14	nd	nd	266	466	
Psunj21	nd	nd	266	397	466
Psunj22	nd	nd	266	397	466
Psunj23	nd	nd	266	397	466
Psunj24	nd	nd	266	397	466
Psunj25	nd	nd	266	266	
Psunj26	nd	nd	266	397	466
Psunj27	nd	nd	266	266	
Psunj28	nd	nd	266	397	466
Giz1	F	4	266	266	
Giz2	M	1	266	466	

* feralna jedinka

Prilog 11. Polimorfizam 67 sjemenjaka na markeru APT3 za spol cvijeta

Sjemenjak	APT3		
SjGiz1	266	397	
SjGiz2	266	336	397
SjGiz3	266	397	
SjGiz4	266	397	466
SjGiz5	266	397	466
SjGiz6	266	397	
SjGiz7	266	397	466
SjGiz8	266	397	466
SjGiz9	266	397	
SjGiz10	266	397	
SjGiz11	266	397	466
SjGiz12	266	397	466
SjGiz13	266	397	466
SjGiz14	266	397	
SjGiz15	266	397	466
SjGiz16	266	397	
SjGiz17	266	397	
SjGiz18	266	397	466
SjGiz19	266	397	
SjGiz20	266	397	466
SjGiz21	266	397	
SjGiz22	266	397	
SjGiz23	266	397	466
SjGiz24	266	397	466
SjGiz25	266	397	466
SjPak1	266	397	466
SjPak2	266	397	466
SjPak3	266	397	466
SjPak4	266	397	
SjPak5	266	397	
SjPak9	266	397	466

Prilog 11. nastavak

Sjemenjak	APT3		
SjPak10	266	397	466
SjPak11	266	397	466
SjPak12	266	397	466
SjPak13	266	397	
SjPak14	266	397	466
SjPak15	266	397	466
SjPak16	266	397	
SjPak17	266	397	466
SjPak18	266	397	
SjCer1	266	397	466
SjCer2	266	397	466
SjCer3	266	397	
SjCer4	266	397	
SjCer5	266	397	466
SjCer6	266	397	
SjCer7	266	266	
SjCer8	266	266	
SjCer9	266	397	
SjCer10	266	397	466
SjCer11	266	397	466
SjCer12	266	266	
SjCer13	266	397	
SjCer14	266	397	466
SjCer15	266	397	466
SjCer16	266	266	
SjCer17	266	397	
SjCer18	266	266	
SjCer19	266	397	466
SjCer20	266	266	
SjCer21	266	397	
SjCer22	266	397	466
SjCer23	266	397	
SjCer24	266	397	
SjCer25	266	397	
SjCer26	266	397	
SjCer27	266	397	466

Prilog 12. Alelne varijacije i klorotipovi ukupnog *in situ sylvestris* skupa na 9 kloroplastnih SSR lokusa

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
Pak1	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak2	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Pak3	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak5	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak6	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak7	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak8	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak9	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak10	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak11	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak12	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak13	nd	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak14	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak15	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak16	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak17	202	nd	118	254	248	281	165	115	104	D
Pak18	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak19	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak20	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Pak21	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Pak22	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak23	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak24	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Pak25	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Pak26	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak27	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A

Prilog 12. nastavak 1

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
Pak28	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Pak29	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak30	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Pak31*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak32	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak33	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Pak34	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Im1*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Im3	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im4	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im5	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im7	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im8	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im10*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Im11	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im12*	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im14	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im15*	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im16*	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Im17	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Im18	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Im19	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im20	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Im21	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk1	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk2	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Luk3	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk4	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A

Prilog 12. nastavak 2

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
Luk5	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk6	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk8	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk9*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk10	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk11	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk12	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk13	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk14	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk15	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk16	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk17	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk18	nd	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk19	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Luk20	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Grab1	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Grab3*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Grab4*	nd	106	119	nd	248	280	166	114	105	A
Krka1*	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Krka2*	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Krka4*	203	106	119	255	248	nd	165	116	105	C
Krka5*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Krka6*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Krka8*	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Krka9	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Krka10*	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka11*	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Krka13*	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D

Prilog 12. nastavak 3

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
Krka15	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka17*	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka18	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Krka19	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka20	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka21	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Krka24	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka25*	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Krka26	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Krka27	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Psunj3	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Psunj4	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj5	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj6*	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj7	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj8	201	nd	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj10	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj11	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj12	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj14	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj21	201	106	119	255	248	nd	166	nd	105	A
Psunj22	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
Psunj23	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj24	202	107	118	254	248	nd	165	nd	104	D
Psunj25	202	107	118	254	248	nd	165	nd	104	D
Psunj26	202	107	118	254	248	281	165	115	104	D
Psunj27	202	107	118	254	248	nd	165	115	104	D
Psunj28	201	106	119	255	248	nd	166	nd	105	A

Prilog 12. nastavak 4

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
Giz1	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
Giz2	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A

* feralna jedinka

Prilog 13. Alelne varijacije i klorotipovi 67 sjemenjaka na 9 kloroplastnih SSR lokusa

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
SjGiz1	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz2	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz3	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz4	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz5	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz6	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz7	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz8	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz9	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz10	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz11	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz12	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz13	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz14	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz15	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz16	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz17	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz18	201	106	119	255	248	nd	166	nd	105	A
SjGiz19	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A

Prilog 13. nastavak 1

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
SjGiz20	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz21	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjGiz22	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz23	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz24	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjGiz25	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak1	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjPak2	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak3	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjPak4	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak5	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak9	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak10	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak11	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak12	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak13	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjPak14	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjPak15	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjPak16	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak17	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjPak18	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer1	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer2	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer3	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer4	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjCer5	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A

Prilog 13. nastavak 2

Uzorak	ccSSR14	cpSSR3	NTCP12	ccSSR5	NTCP8	ccSSR23	ccSSR9	cpSSR10	cpSSR5	Klorotip
SjCer6	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer7	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjCer8	201	106	119	255	nd	nd	166	nd	105	A
SjCer9	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer10	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer11	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer12	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer13	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjCer14	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer15	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer16	201	106	119	255	248	nd	166	nd	105	A
SjCer17	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer18	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjCer19	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer20	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer21	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer22	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer23	201	106	119	255	248	nd	166	114	105	A
SjCer24	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer25	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer26	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A
SjCer27	201	106	119	255	248	280	166	114	105	A

Prilog 14. Udjeli genoma pročišćenog skupa *sylvestris* i 159 genotipova *vinifera* i podloga (=250) u četiri predložena genska skupa prema Structure analizi. Istaknute su vrijednosti $q > 0.75$.

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera hrv</i>	<i>V. vinifera eur</i>	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Babić	0.963	0.015	0.002	0.020
Babica	0.989	0.004	0.002	0.005
Bašćan	0.993	0.003	0.002	0.002
Beli Debejan	0.993	0.004	0.001	0.002
Belina hižakovečka	0.990	0.007	0.002	0.002
Belina mala	0.505	0.488	0.003	0.004
Belina pikasta	0.079	0.853	0.007	0.061
Belina šemnička	0.930	0.067	0.002	0.002
Belina starohrvatska	0.396	0.600	0.001	0.002
Belina svetokriška	0.943	0.053	0.002	0.002
Beretinjok	0.969	0.020	0.002	0.010
Bijela Brajdica	0.992	0.004	0.001	0.002
Bilan	0.886	0.111	0.002	0.002
Bljuzgavac	0.990	0.006	0.002	0.003
Bogdanuša	0.992	0.004	0.002	0.003
Bratkovina bijela	0.987	0.009	0.002	0.002
Bratkovina crvena	0.991	0.005	0.001	0.003
Brunac	0.827	0.122	0.004	0.047
Bumba b. Zaton	0.947	0.040	0.011	0.003
Cetinka	0.926	0.056	0.002	0.015
Cibib	0.733	0.166	0.090	0.010
Crljenak Viški	0.993	0.004	0.001	0.002
Crnka	0.993	0.004	0.001	0.002
Debejan	0.991	0.004	0.002	0.003
Debit	0.986	0.005	0.002	0.007
Dišeća Ranina	0.221	0.775	0.002	0.002
Divjaka	0.118	0.848	0.004	0.030
Dobričić	0.991	0.005	0.002	0.003
Dolčin	0.944	0.048	0.003	0.005
Drnekuša mala	0.994	0.003	0.002	0.002
Dugovrst bijeli	0.988	0.006	0.003	0.002
Duranija	0.989	0.005	0.001	0.005
Frmentun	0.939	0.053	0.002	0.005
Galac	0.987	0.005	0.002	0.006
Garganja	0.981	0.014	0.002	0.002
Glavanjuša	0.994	0.002	0.002	0.002
Glavinuša	0.993	0.004	0.002	0.002
Grk	0.984	0.009	0.004	0.003
Gustopupica ninska	0.916	0.080	0.001	0.002
Jarbola	0.028	0.966	0.002	0.004
Kadarun Konavle	0.986	0.008	0.002	0.004

Prilog 14. nastavak 1

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera</i> hrv	<i>V. vinifera</i> eur	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Kamenina	0.979	0.010	0.004	0.007
Kavčina	0.975	0.021	0.002	0.003
Kleščec	0.323	0.630	0.003	0.045
Kozjak bijeli	0.926	0.069	0.002	0.003
Kraljevina	0.868	0.071	0.002	0.059
Krivaja crvena	0.471	0.516	0.010	0.003
Krkošija	0.989	0.007	0.002	0.002
Krstičevica	0.994	0.003	0.002	0.002
Kujundžuša	0.692	0.016	0.002	0.290
Kurtelaška	0.963	0.030	0.002	0.006
Lipovina	0.993	0.004	0.001	0.002
Ljutun	0.994	0.002	0.002	0.002
Magrovina	0.105	0.889	0.002	0.004
Malvasija Župska	0.968	0.027	0.002	0.003
Malvazija crvena	0.988	0.006	0.003	0.003
Malvazija istarska	0.983	0.011	0.002	0.003
Maraština	0.990	0.006	0.003	0.001
Maraština omiška	0.690	0.298	0.002	0.010
Mejsko Bijelo	0.987	0.007	0.001	0.005
Mekuja	0.974	0.015	0.002	0.010
Mijajuša	0.787	0.189	0.022	0.002
Mirkovača	0.948	0.048	0.002	0.002
Mladenka	0.993	0.004	0.001	0.002
Modra kosovina	0.059	0.929	0.008	0.004
Moslavac	0.990	0.007	0.001	0.002
Muškatel	0.057	0.936	0.005	0.002
Nepoznata 4 Vela				
Pergola	0.010	0.866	0.116	0.008
Nepoznata 6	0.023	0.921	0.002	0.054
Nepoznata ljubičasta	0.976	0.018	0.003	0.003
Nepoznata Matulji	0.052	0.943	0.002	0.004
Nepoznata roza	0.934	0.058	0.006	0.002
Ninčuša	0.995	0.002	0.002	0.001
Okatica crna	0.113	0.850	0.004	0.033
Ošjevina	0.980	0.015	0.002	0.003
Palagružanka	0.985	0.011	0.002	0.002
Palaruša viška	0.978	0.011	0.003	0.008
Pavicić	0.986	0.006	0.002	0.007
Plava Lovora	0.992	0.003	0.002	0.002
Plavac krčki	0.975	0.017	0.002	0.006
Plavac mali	0.995	0.002	0.002	0.002
Plavčina	0.985	0.012	0.001	0.002
Plavec žuti	0.826	0.169	0.002	0.003

Prilog 14. nastavak 2

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera</i> hrv	<i>V. vinifera</i> eur	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Pošip b.	0.986	0.006	0.002	0.006
Pošip c.	0.989	0.005	0.003	0.003
Prč	0.958	0.029	0.002	0.012
Privlačka bilina	0.987	0.009	0.001	0.002
Pršljivka	0.985	0.010	0.001	0.004
Ranfol	0.984	0.012	0.001	0.002
Rudežuša	0.940	0.054	0.003	0.003
Rušljin	0.939	0.008	0.002	0.050
Ruža b.	0.774	0.220	0.001	0.005
Ruža b. II	0.974	0.023	0.002	0.002
Sansigot	0.992	0.004	0.002	0.003
Silbijanac	0.961	0.018	0.002	0.020
Siložder	0.987	0.007	0.003	0.003
sPlavina	0.984	0.008	0.003	0.005
Stara brančevka	0.991	0.006	0.001	0.002
Svjetljak	0.977	0.019	0.001	0.003
Svrdlovina crna	0.808	0.107	0.003	0.082
Šarica trišnjavica	0.938	0.047	0.002	0.014
Šemperinka bijela	0.973	0.018	0.002	0.007
Šipelj	0.986	0.011	0.001	0.002
Škrlet	0.020	0.971	0.002	0.007
Tanetova loza	0.989	0.006	0.002	0.003
Teran	0.013	0.736	0.001	0.249
Terin	0.989	0.007	0.001	0.003
Tribidrag	0.990	0.005	0.002	0.003
Trnjak	0.016	0.978	0.003	0.004
Trojiščina	0.963	0.015	0.002	0.020
Verdić	0.569	0.421	0.002	0.009
Vlaški Crljenak Brač	0.911	0.061	0.018	0.011
Volarovo	0.975	0.018	0.003	0.004
Vranac	0.989	0.005	0.002	0.005
Vrškajica	0.991	0.005	0.002	0.002
Vugava	0.984	0.010	0.003	0.003
Vugava bijela omiška	0.993	0.003	0.002	0.002
Vugava crvena omiška	0.979	0.016	0.002	0.002
Zadarka	0.993	0.004	0.001	0.002
Zelenjak c.	0.993	0.003	0.002	0.002
Zlatarica blatska	0.991	0.005	0.002	0.002
Zlatarica vrgorska	0.922	0.063	0.007	0.008
Žlahtina	0.983	0.009	0.002	0.006
Žerjavina	0.071	0.923	0.001	0.005
Žilavka	0.993	0.004	0.002	0.002
Žumić	0.992	0.005	0.001	0.002

Prilog 14. nastavak 3

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera</i> hrv	<i>V. vinifera</i> eur	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Žutozelen	0.993	0.004	0.002	0.002
Affenthaler	0.006	0.983	0.001	0.009
Aligoté	0.010	0.894	0.002	0.094
Amigne	0.211	0.773	0.004	0.012
Arvine petite	0.005	0.520	0.004	0.470
Auxerrois	0.005	0.987	0.001	0.006
Blatina	0.981	0.012	0.003	0.004
Chenin	0.031	0.897	0.002	0.071
Elbling	0.008	0.984	0.002	0.006
Gelbhoelzer blau	0.009	0.984	0.003	0.003
Heunisch schwarz	0.010	0.982	0.002	0.007
Kishmish vatkana	0.056	0.939	0.003	0.003
Malanstraube	0.020	0.914	0.005	0.061
Manseng petit blanc	0.008	0.185	0.003	0.804
Melon	0.005	0.981	0.002	0.012
Muscat d'Alexandrie	0.035	0.951	0.008	0.006
Pedro gimenez faux	0.194	0.801	0.002	0.003
Pinot	0.003	0.810	0.002	0.186
Raeuschling weiss	0.006	0.987	0.002	0.005
Riesling	0.047	0.934	0.002	0.018
Saint laurent	0.006	0.951	0.002	0.041
Sangiovese	0.620	0.118	0.002	0.260
Sylvaner	0.026	0.966	0.002	0.006
Syrah	0.065	0.785	0.002	0.148
Tauberschwarz	0.005	0.987	0.002	0.006
Traminer	0.003	0.579	0.001	0.417
Paulsen 1045	0.001	0.002	0.995	0.002
Paulsen 1447	0.001	0.002	0.995	0.002
Richter 110	0.009	0.010	0.976	0.005
Richter 99	0.001	0.002	0.994	0.003
Riparia grand glabre	0.006	0.004	0.987	0.003
Rupestris du lot	0.001	0.001	0.996	0.001
Selektion oppenheim 4	0.002	0.003	0.992	0.003
Pak1	0.030	0.173	0.004	0.793
Pak2	0.003	0.003	0.001	0.993
Pak3	0.004	0.004	0.002	0.990
Pak5	0.007	0.003	0.002	0.987
Pak6	0.004	0.006	0.002	0.988
Pak7	0.003	0.005	0.001	0.991
Pak8	0.003	0.003	0.006	0.988
Pak9	0.002	0.003	0.002	0.993
Pak10	0.014	0.006	0.005	0.975
Pak11	0.005	0.006	0.004	0.985

Prilog 14. nastavak 4

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera</i> hrv	<i>V. vinifera</i> eur	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Pak12	0.012	0.013	0.003	0.972
Pak13	0.007	0.007	0.003	0.982
Pak14	0.002	0.002	0.003	0.993
Pak15	0.006	0.009	0.002	0.983
Pak16	0.002	0.002	0.002	0.994
Pak17	0.004	0.008	0.002	0.987
Pak18	0.005	0.002	0.002	0.990
Pak19	0.002	0.002	0.006	0.990
Pak20	0.007	0.009	0.002	0.982
Pak21	0.003	0.003	0.002	0.992
Pak22	0.005	0.004	0.002	0.989
Pak23	0.014	0.031	0.002	0.953
Pak24	0.002	0.003	0.008	0.987
Pak25	0.004	0.004	0.003	0.990
Pak26	0.005	0.007	0.002	0.986
Pak27	0.004	0.003	0.002	0.991
Pak28	0.263	0.037	0.002	0.697
Pak29	0.003	0.002	0.002	0.993
Pak30	0.006	0.008	0.002	0.984
Pak32	0.015	0.031	0.002	0.953
Pak33	0.003	0.003	0.003	0.991
Pak34	0.002	0.003	0.002	0.993
Im3	0.003	0.003	0.002	0.992
Im4	0.022	0.065	0.002	0.910
Im5	0.007	0.006	0.002	0.985
Im7	0.023	0.020	0.001	0.955
Im8	0.003	0.004	0.002	0.991
Im11	0.292	0.030	0.003	0.675
Im14	0.003	0.003	0.001	0.992
Im17	0.050	0.033	0.003	0.915
Im18	0.018	0.021	0.002	0.959
Im19	0.003	0.003	0.001	0.993
Im20	0.088	0.173	0.003	0.736
Im21	0.088	0.221	0.003	0.688
Luk1	0.001	0.002	0.001	0.995
Luk2	0.014	0.004	0.003	0.980
Luk3	0.003	0.004	0.002	0.991
Luk4	0.002	0.002	0.001	0.995
Luk5	0.002	0.002	0.001	0.995
Luk6	0.004	0.004	0.003	0.988
Luk8	0.003	0.008	0.003	0.985
Luk10	0.002	0.002	0.001	0.995
Luk11	0.001	0.002	0.001	0.995

Prilog 14. nastavak 5

Genotip	Klaster			
	<i>V. vinifera</i> hrv	<i>V. vinifera</i> eur	Pod	<i>V. sylvestris</i>
Luk12	0.004	0.006	0.002	0.989
Luk13	0.006	0.006	0.002	0.987
Luk14	0.022	0.031	0.003	0.945
Luk15	0.006	0.006	0.004	0.983
Luk16	0.002	0.005	0.002	0.991
Luk17	0.002	0.003	0.001	0.994
Luk18	0.002	0.002	0.001	0.995
Luk19	0.008	0.074	0.003	0.914
Luk20	0.002	0.003	0.001	0.994
Grab1	0.004	0.016	0.002	0.978
Krka9	0.076	0.089	0.007	0.827
Krka15	0.204	0.088	0.003	0.705
Krka18	0.423	0.146	0.002	0.429
Krka19	0.018	0.138	0.004	0.839
Krka20	0.040	0.037	0.002	0.921
Krka21	0.143	0.011	0.002	0.845
Krka24	0.041	0.240	0.002	0.717
Krka26	0.183	0.208	0.002	0.607
Krka27	0.146	0.153	0.002	0.699
Psunj3	0.016	0.007	0.001	0.975
Psunj4	0.019	0.005	0.001	0.975
Psunj5	0.003	0.004	0.001	0.992
Psunj7	0.007	0.019	0.002	0.972
Psunj8	0.014	0.010	0.002	0.975
Psunj10	0.009	0.006	0.001	0.984
Psunj11	0.059	0.080	0.001	0.860
Psunj12	0.012	0.012	0.002	0.975
Psunj14	0.004	0.003	0.003	0.990
Psunj21	0.103	0.093	0.003	0.802
Psunj22	0.006	0.006	0.002	0.986
Psunj23	0.025	0.007	0.003	0.966
Psunj24	0.002	0.003	0.001	0.994
Psunj25	0.002	0.021	0.002	0.975
Psunj26	0.002	0.003	0.001	0.994
Psunj27	0.002	0.003	0.002	0.993
Psunj28	0.008	0.025	0.002	0.965
Giz1	0.002	0.003	0.001	0.994
Giz2	0.020	0.009	0.008	0.962