

# Relatedness of Cultivars Plavac Mali, Zinfandel and Primitivo (*Vitis vinifera* L.)

---

Ivan PEJIĆ<sup>1</sup>  
Nikola MIROŠEVIĆ<sup>1</sup>  
Edi MALETIĆ<sup>1</sup>  
Jasenka PILJAC<sup>2</sup>  
Carole P. MEREDITH<sup>2</sup>

## SUMMARY

---

Besides its high quality wine, cv. Plavac mali is also famous as a possible synonym for cv. Zinfandel, widely grown in California, and cv. Primitivo, grown in Southern Italy. The supposition that Plavac mali is actually native to Croatia (Dalmatia region) and was introduced to Italy and named as Primitivo, and also introduced to California where it is named as Zinfandel, has been scientifically examined. Based on a comparison of climate requirements for growth and development for each of the above mentioned cultivars, we judged that Plavac mali cannot be of the same genotype as cv. Primitivo or Zinfandel. DNA marker analysis (microsatellites) has proven that Zinfandel and Primitivo share the same genotype, i.e., they are genetically synonyms, but cv. Plavac mali is a distinct variety. However, the degree of genetic similarity among the DNA markers suggests that Plavac mali and Zinfandel/Primitivo probably are related as parent and progeny.

## KEY WORDS

---

*Vitis vinifera* L., Plavac mali, Primitivo, Zinfandel, microsatellites (SSR)

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, University of Zagreb  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia  
E-mail: [ipejic@agr.hr](mailto:ipejic@agr.hr)

<sup>2</sup> Department of Viticulture and Enology, University of California  
Davis, California 95616, USA

Received: September 19, 1999

# Srodnost kultivara Plavac mali crni, Primitivo crni i Zinfandel crni (*Vitis vinifera* L.)

---

Ivan PEJIĆ<sup>1</sup>  
Nikola MIROŠEVIĆ<sup>1</sup>  
Edi MALETIĆ<sup>1</sup>  
Jasenska PILJAC<sup>2</sup>  
Carole P. MEREDITH<sup>2</sup>

## SAŽETAK

---

Pored svoje visoke kvalitete cv. Plavac mali poznat je u literaturi i kao mogući sinonim kultivara Zinfandel u Kaliforniji i kultivara Primitivo u Italiji. Hipoteza kako je Plavac mali zapravo autohtoni hrvatski kultivar (Dalmacija) prenesen u Italiju gdje dobiva ime Primitivo i u Kaliforniju gdje dobiva ime Zinfandel već ranije je znanstveno ispitivana. Komparacijom klimatskih zahtjeva za uzgoj i razvoj svakog od navedenih kultivara utvrdili smo da Plavac mali ne može biti istovjetni genotip ni kultivara Primitivo ni Zinfandel. Analizom biljega DNA (mikrosateliti) dokazano je da su Zinfandel i Primitivo istog genotipa, tj. genetski sinonimi, a da je Plavac mali posebna sorta. Međutim, stupanj genetske sličnosti između biljega DNA upućuje da su Plavac mali i Zinfandel/Primitivo srodni na razini kakva se nalazi između roditelja i potomaka.

## KLJUČNE RIJEČI

---

***Vitis vinifera* L., Plavac mali, Primitivo, Zinfandel, mikrosateliti (SSR)**

<sup>1</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
E-mail: ipejic@agr.hr

<sup>2</sup> Department of Viticulture and Enology, University of California  
Davis, California 95616, USA

Primljeno: 19. rujna 1999.

### Zahvale

Autori se zahvaljuju na pruženoj stručnoj i organizacijskoj pomoći tijekom terenskih istraživanja: Miljenku Grgiću, dipl. ing. i Ivi Kiridžiji, dipl. ing. (Pelješac), Ivi Cariću i Zlatanu Plenkoviću (Hvar)

## UVOD

Prepoznavanjem vrsta i sorata (kultivara) loze bavili su se od starih grčkih i rimskih pisaca, pa do današnjih dana mnogi istraživači. Taj dio vinogradarske znanosti pripada ampelografiji (ampelos-loza; grafos-pisati). Nema preciznih podataka o tome koliko sorata vinove loze ima širom svijeta ali se pretpostavlja da ih je u eksploataciji više od pet tisuća. Samo u Hrvatskoj imamo više od stotinu sorti koje su u proizvodnji (Pejić i sur., 1999). Međutim, unutar tog broja zasigurno ima kultivara koji su identičnog genotipa, samo drugog imena (sinonima, istoznačnice), i koji su međusobno različiti zbog morfološke promjenljivosti uslijed okolišnih ili pak tehnoloških utjecaja. Stoga se od davnine u pojedinim područjima provodi inventarizacija sortimenta, potom kolekcioniranje i konačno usporedna ampelografska istraživanja, sa svrhom utvrđivanja istovjetnosti ili sličnosti pojedine sorte.

Kod usporedbi sorti iz geografski udaljenih područja i procjene njihovih proizvodnih sposobnosti veoma je važno i poznavanje klimatskih zahtjeva pojedinog genotipa. Winkler i sur. (1974) razlikuju pet klimatskih vinogradarskih regija ili zona u Kaliforniji na temelju sume efektivnih temperatura za razdoblje od 1. travnja do 31. listopada. Temeljem ove metode Fazinić i Fazinić (1983) razradili su pet klimatskih zona vinove loze u Hrvatskoj, koje su polazište pri izboru sortimenta ili osnova za ocjenu podobnosti uzgojnog područja za pojedini kultivar.

Ampelografska istraživanja temelje se na morfološkim, anatomskim, enzimatsko-biokemijskim i drugim metodama, a u najnovije vrijeme genetičkim metodama analize DNA (dezoksiribonukleinske kiseline). Rezultati ovih posljednjih vrlo su stabilni i pouzdani, potpuno neovisni o različitim ekološkim uvjetima, a njihovo dobivanje je brzo i neovisno o starosti i stadiju razvoja biljaka koji se ispituju. Molekularni biljezi, posebice mikrosateliti, vrlo su učinkovito sredstvo za genetsku identifikaciju (Bowers i sur., 1993; Thomas i sur., 1994; Sefc i sur., 1998; Pejić i sur., 1998). Rezultati Bowers i Meredith (1997) i Sefc i sur. (1997) potvrđuju opravdanost primjene mikrosatelita u utvrđivanju roditeljstva nekih poznatih svjetskih sorti vinove loze.

Dilema o podrijetlu kultivara Zinfandel i njegove možebitne istovjetnosti s hrvatskim kultivarom Plavac mali zaokupljala je pažnju kalifornijske i naše znanosti i prakse još od sedamdesetih godina (Meredith, 1996), a raspravljalo se o njoj sve do sada. Detaljnu kronologiju indicija i činjenica koje su vodile ovoj konfuziji iscrpno opisuju Mirošević i Meredith (2000).

Cilj ovog rada bio je da se (1) analizom klimatskih zahtjeva potrebitih za uzgoj ispitivanih sorti i (2) primjenom DNA-biljega (mikrosatelita) na prikupljenim uzorcima s većeg broja lokacija uzgoja Plavca malog utvrdi eventualna srodnost ili istovjetnost (identičnost) kultivara Zinfandel crni s našim Plavcem malim, odnosno talijanskim kultivarom Primitivo di Gioia crni.

## MATERIJALI I METODE RADA

U analizi klimatskih i ekoloških čimbenika korišteni su podaci iz literature. Kao polazište za usporedbu genotipova na temelju grupa dozrijevanja za Kaliforniju je korištena podjela na proizvodne zone prema Winkleru i sur. (1974) gdje I. klimatsku regiju čine područja s manjom sumom efektivnih temperatura od 1371<sup>0</sup>C (2500 °F), II. 1371 do 1650 °C (2501-3000 °F), III. regiju područja s 1651-1930 °C (3001-3500 °F), IV. pak područja s 1931-2204 °C (3501-4000 °F), a V. klimatsku regiju područja s više od 2205 °C (više od 4.000 °F). Po istoj skali suma efektivnih temperatura ( $\Sigma Et$ ) razvrstana su i proizvodna područja Hrvatske (Fazinić i Fazinić, 1983), tako da I. zonu čine vinogradarske podregije sjeverozapadne Hrvatske ( $\Sigma Et$  manje od 1370<sup>0</sup>C), II. Slavonija i Podunavlje (1371-1650 °C), III. zonu čine Sjeverna Dalmacija i Dalmatinska Zagora (1651-1930 °C), IV. pak Istra, Hrvatsko Primorje i dio Sjeverne Dalmacije (1931-2204 °C), a V. zonu vinogradarska podregija srednja i južna Dalmacija (više od 2205 °C).

Terenska istraživanja i uzimanje uzoraka biljnoga tkiva za analizu DNA obavljeno je u Hrvatskoj 1998. godine, a laboratorijske analize metodom mikrosatelita na Sveučilištu Davis u Kaliforniji. Preliminarne analize mikrosatelita napravljene su na nekoliko uzoraka biljnog materijala Plavca malog iz različitih izvora. Među njima bili su (1) uzorci iz ampelografske kolekcije u Davisu (Plavac mali uzgojen od reznica koje je poslala Prof. Šarić 1977. godine); (2) Plavac mali uzgojen od materijala kojega je u Davis dostavio Dr. Maleš pod oznakom "BRAČ 2B"; (3) Plavac mali koji je u kolekciju Davis dospio iz ampelografske kolekcije u Montpellieru (Francuska). Pretpostavlja se da je ovaj u Montpellier dospio iz kolekcije u Splitu posredstvom Ing. Marcela Jelaske.

U svibnju 1998. godine uzeti su uzorci mladog lista s ukupno 148 pojedinačnih trsova, od čega 31 uzorak s 10 različitim položaja otoka Hvara, 105 uzoraka s 28 položaja na poluotoku Pelješcu i 12 uzoraka sa sedam položaja na otoku Korčuli. Kod uzorkovanja traženi su i trsovi karakteristični za Plavac mali i za Zinfandel. Točan položaj i oznake analiziranih trsova dostupni su na zahtjev autoru.

Pojedinačni uzorci najprije su stavljeni između presavijenog filter papira, i zajedno sa manjom količinom higroskopskog materijala (silika gel, SIGMA) spremljeni u papirnu kovertu na kojoj su napisani svi relevantni podaci.

Iz ovako spremljenih uzoraka lista nakon dva tjedna vršena je ekstrakcija DNA. Način ekstrakcije DNA opisali su Bowers i sur. (1993). Svi uzorci su analizirani na osam mikrosatelitskih lokusa, a sekvence njihovih početnica i uvjeti reakcije PCR (lančana reakcija polimeraze) objavljeni su kako slijedi: VVS2 (Thomas and Scott, 1993), VVMD5 (Bowers i sur., 1996), VVMD27, VVMD28, VVMD31, VVMD32 (Bowers i sur., podnešeno za tisak), VRIP62 i VRIP93 (Sefc i sur., 1999). Očitani

rezultati su numerički i predstavljaju duljinu amplificiranih fragmenata DNA izraženu u broju parova baza (bp). Za svaki marker lokus iskazane su dvije vrijednosti (dva alela) koje kada su identične znače homozigotno stanje, a kada su različite, heterozigotno stanje dotičnog lokusa.

Iz ampelografske kolekcije Klonberg - Nova Gorica, Biotehniška fakulteta u Ljubljani, 1993. dobivene su plemke Zinfandela i cijepljene u vinogradu na Korčuli uz Plavac mali, a 1996. godine zasađeno je još nekoliko trsova Zinfandela dobivenog izravno iz Kalifornije. Također, preko Dr. E. Sortoria dobiveni su i cjepovi Primitiva iz Italije. Taj je materijal također posađen uz Plavac mali i Plavinu na Korčuli sa svrhom komparativnih ampelografskih istraživanja koja su u tijeku. Iz ovog pokusnog nasada Agronomskog fakulteta uzeti su uzorci Zinfandela (1), Primitiva (1), Plavine (1) i Grka (3).

## REZULTATI I RASPRAVA

### Analiza klimatskih i ekoloških čimbenika

Uzgojna područja Plavca malog (srednja i južna Dalmacija), Primitiva (talijanska vinogradarska provincija Puglia) i Zinfandel (kalifornijske regije Napa, Sonoma i Central Valley) značajno se razlikuju. Naime, na temelju ekoloških uvjeta u kojima se ti kultivari uzgajaju jedino cijela talijanska vinogradarska provincija Puglia spada u V. zonu odnosno klimatsku regiju sa sumom efektivnih temperatura ( $\Sigma Et$ ) većom od 2205°C. Uspješan uzgoj Plavca malog može se očekivati isključivo u našoj V. klimatskoj zoni i to na izuzetno povoljnim položajima kao što su ponajprije moru okrenuti južni pristranci Pelješca, Korčule, Hvara, Brača, Kaštela, te mosorskog i biokovskog podbrežja, gdje su zasigurno sume efektivnih temperatura veće od onih na mjernim klimatskim postajama ( $\Sigma Et$  °C: Split - 2248; Dubrovnik - 2253; Hvar - 2278, Opuzen - 2317). Plavac mali na većini krških otočkih polja daje znatno nižu kakvoću jer mu upravo nedostaje topline. To je i normalno za kultivare IV. razdoblja dozrijevanja kamo spada i Plavac mali, pa stoga u našim uvjetima pripada skupini kultivara uskog areala rasprostranjenosti. Naime, njegova sjeverna, i to samo priobalna granica uzgoja je područje Primoštena. Na svim spomenutim pristrancima Plavac mali dospijeva u tehnološku zrelost najranije koncem rujna, a u pravilu je to početak listopada.

Zinfandel najbolje uspijeva prema Winkler i sur. (1974) u II. i III. klimatskoj regiji u priobalnim dolinama gdje daje najbolja suha vina upravo zbog hladnije klime. U IV. klimatskoj regiji - Central Walley - ponekad se dobiju i odlična crna vina tipa "porto". U spomenutim uvjetima dospijeva neposredno nakon Chardonnaya što upućuje na njegovu pripadnost II. odnosno ranom III. razdoblju dozrijevanja. To se također može konstatirati i za Primitivo u klimatskim uvjetima Puglie u Italiji (V. klimatska zona) jer Primitivo tamo dospijeva koncem kolovoza i u prvoj dekadi rujna.

Dakle, iz naprijed iznešenog možemo sumirati sljedeće: (1) prema klimatskim uvjetima uzgoja Zinfandela u

Kaliforniji i Primitiva u Italiji vidi se da ovi kultivari pripadaju II. ili ranom III. razdoblju dozrijevanja obzirom na činjenicu da ih zadovoljava  $\Sigma Et$  u rasponu od 1371°C do 2204°C; (2) da je Plavac mali vrlo kasna sorta koja pripada IV. razdoblju dozrijevanja i da se jedino može uspješno uzgajati u V. klimatskoj zoni sa  $\Sigma Et$  većom od 2205°C i to na izrazito povoljnim južnim, dobro ekspozicioniranim položajima; (3) Plavac mali mogao bi dozoriti u klimatskim uvjetima Puglie ali znatno kasnije od Primitiva, a nikada ne bi dozorio u II., III. i IV. klimatskoj zoni Kalifornije koje po  $\Sigma Et$  odgovaraju našim podregijama Slavoniji, Podunavlju, Istri, Hrvatskom Primorju, Sjevernoj Dalmaciji i Dalmatinskoj Zagori. Iz svega navedenog slijedi zaključak da je malo vjerojatno da Plavac mali može biti kalifornijska sorta Zinfandel.

### Analiza molekularnim biljezima (molecular marker assay)

Rezultati analize na osam mikrosatelitskih lokusa prikazani su u tablici 1. Preliminarna analiza na bazi uzoraka Plavca malog iz kolekcije u UC Davis, Montpellieru i uzorka dobivenog s Brača, pokazala su tri različita genotipa. Kako je većina alela nađenih u ova tri genotipa bila sadržana u genotipu Zinfandela, pretpostavljeno je da je Plavac mali izuzetno heterogena sorta s velikim brojem tipova ili klonova. Ovi prvi rezultati bili su u suglasnosti s rezultatima Maleša (1993). Međutim, radilo se samo o tri uzorka od kojih niti jedan nije pokazivao istovjetnost ili izrazitu srodnost sa Zinfandelom, ali niti međusobnu. Nakon temeljitog uzorkovanja na terenu 1998., od 148 uzorkovanih trsova iz 45 različitih vinograda s Pelješca, Hvara i Korčule, njih 136 imalo je identičan genotip, u tablici 1 označen kao genotip A. U preostalim 12 trsova na pojedinim lokusima nije bilo moguće odrediti alele ili su nađena odstupanja, što može značiti ili genetsku varijabilnost unutar sorte ili primjese drugih genotipova. Tako je jedan od spomenutih 12 trsova identificiran kao Plavina. Ovo je zapravo otkrilo pogrešku u uzimanju uzoraka koja je pricinjena u očekivanju i traženju značajne genetske varijabilnosti, a u vrijeme kada su se pojavljivali tek prvi listovi.

U istraživanju provedenom na svim uzorcima Plavac mali i Zinfandel od ukupno osam analiziranih mikrosatelitskih lokusa imali su samo na dva lokusa (VVMD28 i VRIP93) identičan genotip. Bowers i Meredith (neobjavljeno) naknadno su za Plavac mali genotip A i Zinfandel analizirali još 19 SSR lokusa (podaci nisu prezentirani ovdje) te utvrdili šest istovjetnih SSR lokusa od ukupno 27. Na preostalim 21 ispitivanih lokusa Zinfandel i Plavac mali imali su po jedan istovjetni alel, dok se u drugom razlikuju. Nivo razlika između ove dvije sorte je približno isti kakav se nalazi i između drugih sorata, što potvrđuje jedinstvenost Plavca malog kao sorte. Vjerojatnost pronalaznja istog genotipa na bazi devet mikrosatelitskih markera kod dvije različite sorte, unutar hrvatskog ili europskog sortimenta, kreće se od  $10^{-8}$  do  $10^{-9}$  (Sefc i sur., 1999), što obzirom na ukupni broj sorti kod nas praktički znači nemoguće. Međutim,

**Tablica 1.** Rezultati analiza genotipa Plavca malog (PM) i pretpostavljenih srodnika na osam mikrosatelitskih lokusa  
**Table 1.** Results of genotyping cv. Plavac mali (PM) and its putative relatives on the eight microsatellite loci

Uzorak Sample	Genotip Genotype	Mikrosatelitski lokusi-Microsatellite loci															
		VVMD5		VVMD27		VVMD28		VVMD31		VVMD32		VVS2		ssrVrZAG62		ssrVrZAG93	
		alel-allele		alel-allele		alel-allele		alel-allele		alel-allele		alel-allele		alel-allele		alel-allele	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
PM Davis (Šarić)	A	226	228	179	179	251	261	212	212	253	257	143	145	191	205	189	215
PM Croatia (1998)	<b>A</b>	<b>226</b>	<b>228</b>	<b>179</b>	<b>179</b>	<b>251</b>	<b>261</b>	<b>212</b>	<b>212</b>	<b>253</b>	<b>257</b>	<b>143</b>	<b>145</b>	<b>191</b>	<b>205</b>	<b>189</b>	<b>215</b>
PM Brač 2B (Maleš)	B	226	226	181	181	239	251	214	216	253	257	not tested	not tested	not tested	not tested	not tested	not tested
PM Montpellier (?)	C	228	228	179	179	251	261	212	216	253	265	145	151	191	205	189	215
Zinfandel	<b>D</b>	<b>226</b>	<b>236</b>	<b>179</b>	<b>181</b>	<b>251</b>	<b>261</b>	<b>212</b>	<b>214</b>	<b>257</b>	<b>265</b>	<b>133</b>	<b>143</b>	<b>201</b>	<b>205</b>	<b>189</b>	<b>215</b>
Primitivo	<b>D</b>	<b>226</b>	<b>236</b>	<b>179</b>	<b>181</b>	<b>251</b>	<b>261</b>	<b>212</b>	<b>214</b>	<b>257</b>	<b>265</b>	<b>133</b>	<b>143</b>	<b>201</b>	<b>205</b>	<b>189</b>	<b>215</b>
Plavina	F	232	236	179	189	251	261	212	214	253	265	133	143	189	201	189	199
Grk	G	234	236	179	179	247	261	212	212	257	273	131	133	203	205	189	189

podudaranje na svih 27 lokusa u jednom alelu znači da je vrlo vjerojatno da su Plavac mali i Zinfandel srodnici u prvom koljenu, tj. u odnosu roditelj - potomak. Uzorci Zinfandela i Primitiva iz nasada na Korčuli potvrdili su njihovu identičnost i evidentnu genetsku posebnost u odnosu na sorte Plavina i Grk kao moguće srodnike. Kada ovi trsovi postignu punu zrelost i budu ampelografski obrađeni, bit će sa svojim agronomskim i biološkim svojstvima vrijedna pomoć u traženju pretka Zinfandela i Primitiva.

Dakle, ovim istraživanjem nije potvrđena hipoteza po kojoj je cv. Zinfandel isto što i cv. Plavac mali. Genetska struktura Plavca malog i sorti kao što su npr. Plavina i Grk upućuje na mogućnost da on zaista potječe s hrvatskih prostora. Međutim, jasno je definiran SSR genotip osnovnog tipa Plavca malog i jasno je potvrđeno da je on autohtona hrvatska sorta. Suprotno ranijim mišljenjima (Maleš, 1993) nije potvrđena hipoteza o smjesi tipova sa specifičnim tehnološkim i agrobiološkim svojstvima unutar cv. Plavac mali, već je nađena iznenađujuće velika genetska uniformnost. Ipak, ovo treba uzeti s rezervom jer provedeno istraživanje nije bilo osmišljeno s namjerom otkrivanja genetske varijabilnosti unutar sorte te će biti potrebno detaljnije istraživanje koje bi dalo siguran odgovor na ovo pitanje.

**LITERATURA**

Bowers, J.E., E.B. Bandman and C.P. Meredith. 1993. DNA fingerprint characterization of some wine grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 44: 266-274.

Bowers, J.E., G.S. Dangl, R. Vignani and C.P. Meredith. 1996. Isolation and characterization of new polymorphic simple sequence repeat loci in grape (*Vitis vinifera* L.). *Genome* 39: 628-633.

Bowers and Meredith. 1997. The parentage of classic wine grape, Cabernet Sauvignon. *Nature Genet* 16: 84-87.

Bowers, J.E., G.S. Dangl, and C.P. Meredith. Development and characterization of additional microsatellite DNA markers for grape. *Am. J. Enol. Vitic.* (submitted)

Fazinić, N. i Fazinić, M. 1983. Klimatske zone vinove loze u SR Hrvatskoj. *Jugoslavensko vinogradarstvo i vinarstvo*, 10-12: 19-22.

Maleš, P. 1993. *Populacija Plavac (Plavac mali – Zinfandel – Primitivo)*. Rijeka.

Meredith, C.P. 1996. Plavac mali: an academic view. *Wine enthusiast*, October '96, p. 28.

Mirošević, N. and C.P. Meredith. 2000. A review of research and literature related to the origin and identity of the cultivars Plavac mali, Zinfandel and Primitivo (*Vitis vinifera* L.). *ACS, Agric. conspec. sci.* Vol. 65: 45-49.

Pejic, I., P. Ajmone-Marsan, M. Morgante, V. Kozumplik, P. Castiglioni, G. Taramino, M. Motto. 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs, and AFLPs. *Theor Appl Genet*, 97: 1248-1255.

Pejić, E. Maletić, J. Karoglan Kontić, B. Kozina and N. Mirošević. 1999. Diversity of autochthonous grapevine genotypes in Croatia. VIIIth International symposium on grapevine genetics and breeding, Montpellier, July 6-10, 1998. *Acta Hort.* (in press).

Sefc, K.M., H. Steinkellner, H.W. Wagner, J. Glössl, F. Regner. 1997. Application of microsatellite markers to parentage studies in grapevine. *Vitis* 36: 179-183.

Sefc, K.M., F. Regner, J. Glössl, H. Steinkellner. 1998. Genotyping of grapevine and rootstock cultivars using microsatellite markers. *Vitis* 37: 15-20.

Sefc, K.M., F. Regner, E. Tureschek, J. Glössl, H. Steinkellner. 1999. Identification of microsatellite sequences in *Vitis riparia* and their application for genotyping of different *Vitis* species. *Genome* 42: 1-7.

Thomas, M.R., N.S. Scott. 1993. Microsatellite repeats in grapevine reveal DNA polymorphisms when analysed as sequence-tagged sites (STSs). *Theor. Appl. Genet.* 86: 985-990.

Thomas, M.R., P. Cain, N.S. Scott. 1994. DNA typing of grapevines: An universal methodology and database for describing cultivars and evaluating genetic relatedness. *Plant Mol. Biol.* 25: 939-949.

Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A. 1974. *General viticulture*. University of California press, Berkeley, Los Angeles, London.

--- Klimatski podaci SR Hrvatske za razdoblje 1948-1960. Hidro-metereološki Zavod, Zagreb, 1971.