Željko Andabaka[1], Emanuel Harmat[2], Iva Šikuten[1], Nikola Grabovac[3] ***Izvorni znanstveni rad***

Unutarsortna varijabilnost gospodarskih i kemijskih svojstava klonskih kandidata sorte "Trnjak crni" (*Vitis vifinera* L.) u vinogorju Imotski

Sažetak

Sorta vinove loze 'Trnjak crni' (Vitis vinifera L.) autohtona je crna sorta vinogorja Imotski, Vrgorac i zapadne Hercegovine koja posljednjih godina dobia sve veći gospodarski i tržišni značaj. Kako u relativno izoliranim populacijama ove sorte postoji izražena unutarsortna varijabilnost, 2019. godine pokrenuta je njezina klonska selekcija. Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike između 22 klonska kandidata ove sorte koji su nakon sanitarne selekcije posađeni u matični vinograd u vinogorju Imotski. Ispitivana svojstva bila su uvometrijske i mehaničke karakteristike grozda, osnovni pokazatelji kakvoće mošta, sadržaj organskih kiselina te sadržaj fenolnih spojeva u kožici bobice klonskih kandidata u berbi 2023. godine. Podaci su obrađeni jednosmjernom analizom varijance, a srednje vrijednosti su uspoređene Duncanovim testom višestrukih raspona ($p < 0,05$) u programu XLSTAT. Utvrđene su statistički značajne razlike među kandidatima u većini istraživanih svojstava. Prosječno najviša masa grozda zabilježena je kod klonskog kandidata TRN40, prosječno najviši sadržaj šećera kod kandidata TRN66, a prosječno najviša ukupna kiselost kod kandidata TRN15. U fenolnom profilu prevladavali su antocijani, čiji je najviši prosječni sadržaj utvrđen kod kandidata TRN19, dok se kandidat TRN15 istaknuo kvalitativno najbogatijim fenolnim profilom. Dobiveni rezultati potvrđuju izraženu unutarsortnu varijabilnost populacije jedinki sorte 'Trnjak crni' te opravdavaju nastavak individualne klonske selekcije ove sorte.

Ključne riječi: *'Trnjak crni', klonska selekcija, unutarsortna varijabilnost, fenolni spojevi, vinogorje Imotski*

Uvod

Hrvatska zbog duge vingoradarske tradicije raspolaže bogatim fondom autohtonih sorata (Maletić i sur., 2015). Tijekom povijesti mnoge su nepovoljne okolnosti, od vinskih kriza pa do pojave filoksere, dovele do smanjenja fonda autohtonih sorata, od kojih su mnoge nepovratno izgubljene, a mnoge su i svedene na manje, izolirane, populacije ograničene na usko područje rasprostranjenosti. Upravo te sorte čine važan dio identiteta hrvatskog vinogradarstva te predstavljaju vrijedan izvor genetske raznolikosti. Premda se vinova loza razmnožava vegetativno, čime bi sve jedinke unutar populacije sorte trebali biti genetski identične, unutar populacija se kroz dugi period uzgoja pojavljuju trsovi koji fenotipski odstupaju od prosjeka populacije. Glavni uzrok tome je nakupljanje somatskih mutacije tijekom dugotraj-

1 Izv.prof.dr.sc. ***Željko Andabaka****, dr.sc.* ***Iva Šikuten****, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska*
2 ***Emanuel Harmat****, mag.ing.agr., Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska, student*
3 ***Nikola Grabovac****, mag.ing.agr., Vinarija Grabovac – Provin d.o.o., Ulica Križnog puta 17, 21264, Donji Proložac*
Autor za koresponednciju: ***nikola@vinarijagrabovac.hr***

nog vegetativnog razmnožavanja, čemu pridonose i okolišni čimbenici te prisutnost virusa (Maletić i sur., 2016; Pelsy, 2010). Ta raznolikost predstavlja predstavlja osnovu klonske selekcije – postupka kojim se iz populacije izdvajaju trsovi s povoljnim promjenama gospodarski važnih svojstava, uz usporednu genetsku i zdravstvenu selekciju (Maletić i sur., 2008). Klonska selekcija je danas jedna od najvažnijih tehnika oplemenjivanja vinove loze jer omogućuje poboljšanje genetske osnove sadnoga materijala uz očuvanje sortnog identiteta.

Sorta 'Trnjak crni' smatra se autohtonom sortom vinogroja Imotski i vinogorja Vrgorac u Republici Hrvatskoj te područja zapadne Hercegovine u državi Bosni i Hercegovini (Bulić, 1949; Maletić i sur., 2018). U prošlosti se uzgajala kao jedna od crnih sorata u vinogorjima Imotski i Vrgorac, dok je u zapadnoj Hercegovini bila prateća sorta „Blatine'', u funkciji oprašivača. Bujnost sorte je vrlo velika, rodnost redovita i dobra. Ipak, ističe se dosta kratkim grozdom i nešto manjima prinosom pa je često u prošlosti bila zanemarivana zbog niže rodnosti. Nije posebno osjetljiva na gljivične bolesti. U grožđu nakuplja visoki sadržaj šećera uz osrednju razinu ukupne kiselosti, a daje vina bogata fenolnim spojevima (Mucalo i sur., 2021).

S obzirom na dugu povijest uzgoja i ekstenzivno razmnožavanje bez sustavne selekcije, u populaciji sorte 'Trnjak crni' uočena je izražena unutarsortna varijabilnost. Stoga je 2019. godine u vinogorju Imotski započela klonska selekcija, u sklopu koje su odabrani elitni trsovi s povoljnim svojstvima koji su razmnoženi u klonske linije te 2021. godine zasađeni u matičnom nasadu radi daljnje procjene (Divić, 2021.).

Cilj je ovoga rada bio utvrditi unutarsortnu varijabilnost među 22 klonska kandidata sorte 'Trnjak crni' u vinogorju Imotski na temelju uvometrijskih i mehaničkih svojstava grozda, osnovnih pokazatelja kakvoće mošta, sadržaja organskih kiselina te sastava polifenolnih spojeva u 2023. godini. Utvrđene razlike trebaju poslužiti kao podloga za odabir najperspektivnijih klonskih kandidata za daljnju selekciju i komercijalnu proizvodnju.

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno u matičnom nasadu klonskih kandidata u vinogorju Imotski, podignutom 2021. godine baznom kategorijom cijepova pri sklopu sadnje od 5000 trsova po hektaru. Kao podloga korištena je SO4 (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*, klon 47 Gm). Nasad obuhvaća 22 klonska kandidata sorte 'Trnjak crni', na kojima je tijekom 2023. godine provedeno uzorkovanje.

Sa svakoga klonskog kandidata prikupljeno je 300 bobica, nasumičnim odabirom s različitih grozdova i položaja na grozdu, koje su zatim nasumično podijeljene u tri ponavljanja od po 100 bobica. Dio uzorka poslužio je za analizu polifenolnih spojeva, a dio za osnovne analize mošta i organskih kiselina. Za uvometrijsku i mehaničku analizu sa svakoga je kandidata izdvojeno 10 grozdova, dok je za mehaničku analizu bobica korišten prosječni uzorak od 100 bobica. Uvometrijska i mehanička mjerenja provedena su prema normama OIV-a (OIV, 2001.).

Sadržaj šećera u moštu određen je refraktometrom i izražen u Oechsleovim stupnjevima (°Oe). Ukupna kiselost mošta određena je metodom neutralizacije s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol-plavo (OIV, 2019.), a pH-vrijednost mjerenjem na pH-metru. Sadržaj pojedinačnih organskih kiselina (limunska, vinska i jabučna) određen je tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC), uz izokratno eluiranje pri protoku od 0,6 mL/min, temperaturu kolone od 65 °C i detekciju pri 210 nm; kao mobilna faza korištena je 0,0065 %-tna vodena otopina fosforne kiseline.

Kožice su pažljivo odvojene sa smrznutih bobica, liofilizirane radi uklanjanja vlage te samljevene u prah (mlin Mini-G). Liofilizirani i samljeveni uzorci čuvani su na −20 °C do analize. Polifenolni spojevi ekstrahirani su čvrsto-tekućom ekstrakcijom smjesom otapala acetoni-

tril : mravlja kiselina : voda (20 : 1 : 79, v/v/v), nakon čega je ekstrakt filtriran kroz membranski filtar. Analiza je provedena na tekućinskom kromatografu visoke djelotvornosti (HPLC) uz kolonu Luna Phenyl-Hexyl (4,6 × 250 mm; veličina čestica 5 µm). Kao pokretne faze korištene su vodena otopina fosforne kiseline (otapalo A) te vodena otopina fosforne kiseline i acetonitrila (otapalo B), a detekcija je provedena fluorescencijskim detektorom (FLD) i detektorom s nizom fotodioda (DAD) (Tomaz i sur., 2016.).

Razlike među klonskim kandidatima u uvometrijskim i mehaničkim svojstvima, osnovnim pokazateljima kakvoće mošta, sadržaju organskih kiselina i polifenolnih spojeva utvrđene su jednosmjernom analizom varijance (ANOVA). Usporedba srednjih vrijednosti provedena je Duncanovim testom višestrukih raspona uz razinu značajnosti $p < 0,05$. Statistička analiza provedena je programom XLSTAT (Addinsoft, 2021., New York, SAD).

Rezultati i rasprava

Rezultati provedenih analiza pokazali su postojanje statisički značajnih razlika među klonskim kandidatima sorte 'Trnjak crni' u većini istraživanih uvometrijskih, fizikalno-kemijskih svojstava i sastavu fenolnih spojeva, što potvrđuje izraženu unutarsortnu varijabilnost unutar ispitivane populacije. Dosadašnji istraživački podaci za sortu „Trnjak crni'' su vrlo oskudni (Mucalo i sur., 2021), stoga ovi rezultati predstavljaju konkretan i koristan doprinos poznavanju ove autohtone sorte i njenog gospodarskog i enološkog potencijala.

Podaci za uvometrijska i mehanička mjerenja grozda s analizom varijance prikazuje Tablica 1. Prosječna masa grozda kretala se u rasponu od 211,9 g (TRN15) do 395,5 g (TRN40), dok je prosječna masa pojedinačne bobice bila u rasponu od 1,31 g (TRN34) do 2,09 g (TRN48). Utvrđene razlike u masi grozda i masi bobice bile su statistički značajne, dok razlilke u masi peteljkovine nisu bile značajne. Gotovo dvostruka razlika u rasponu mase grozda ukazuje na znatnu varijabilnost rodnog potencijala unutar populacije što je u skladu s opisom sorte 'Trnjak crni' kao bujne sorte srednjeg do dobrog uroda (Maletić i sur.,2015; Mucalo i sur., 2021). Kandidati s prosječno najmanjom masom grozda bili su TRN15, TRN27 i TRN34 imali su u isto vrijeme i najmanju masu bobice, dok se klonski kandidat TRN48 istaknuo prosječno najvišom masom bobice.

Tablica 1. Uvometrijska i mehanička analiza grozda klonskih kandidata sorte 'Trnjak crni'/ **Table 1.** Uvometric and mechanical analysis of grape bunches of clonal candidates of 'Trnjak crni'

Klonski kandidat	masa grozda (g)	masa peteljkovine (g)	masa jedne bobe (g)
TRN48	369.924 ^{ab}	12.918 ^{a}	2.0938 ^{a}
TRN40	395.455 ^{a}	12.493 ^{a}	1.9508 ^{abc}
TRN118	370.198 ^{ab}	11.955 ^{a}	1.9928 ^{ab}
TRN71	387.410 ^{ab}	15.907 ^{a}	1.7871 ^{cdefg}
TRN17	330.975 ^{ab}	20.446 ^{a}	1.8261 ^{bcdef}
TRN11	367.103 ^{ab}	12.396 ^{a}	1.7848 ^{cdefg}
TRN29	356.119 ^{ab}	11.381 ^{a}	1.9626 ^{ab}
TRN112	348.133 ^{ab}	12.845 ^{a}	1.6965 ^{efghi}

Klonski kandidat	masa grozda (g)	masa peteljkovine (g)	masa jedne bobe (g)
TRN68	352.689 ^{ab}	15.465 ^{a}	1.5552 ^{ijk}
TRN66	324.330 ^{ab}	11.906 ^{a}	1.8770 ^{bcd}
TRN24	348.471 ^{ab}	11.818 ^{a}	1.6943 ^{fghi}
TRN26	346.428 ^{ab}	11.122 ^{a}	1.8710 ^{bcde}
TRN46	331.091 ^{ab}	11.042 ^{a}	1.8854 ^{bcd}
TRN69	292.626 ^{ab}	11.104 ^{a}	1.9952 ^{ab}
TRN42	330.422 ^{ab}	11.634 ^{a}	1.7374 ^{defgh}
TRN67	313.316 ^{ab}	11.779 ^{a}	1.6239 ^{ghi}
TRN19	318.105 ^{ab}	11.668 ^{a}	1.5988 ^{hij}
TRN70	308.245 ^{ab}	10.754 ^{a}	1.8712 ^{bcde}
TRN53	298.043 ^{ab}	10.948 ^{a}	1.4279 ^{jkl}
TRN34	228.951 ^{ab}	9.169 ^{a}	1.3118 ^{l}
TRN27	227.370 ^{ab}	7.846 ^{a}	1.4208 ^{kl}
TRN15	211.948 ^{b}	7.632 ^{a}	1.4214 ^{kl}

**srednje vrijednosti označene različitim slovima između sorata razlikuju se na razini p<0.05 korištenjem Duncan's multiple-range testa*

Analizu varijance sadržaja šećera, ukupne kiselosti i pH-vrijednosti u moštu klonskih kandidata sorte ,,Trnjak crni'' prikazuje Tablica 2. Prosječni sadržaj šećera u moštu klonskih kandidata kretao se od 86,7 °Oe (TRN15) do 101,3 °Oe (TRN66), prosječna ukupna kiselost se kretala u rasponu od 4,73 g L^{-1} (TRN67) do 6,38 g L^{-1} (TRN15), a pH-vrijednost se kretala od 3,30 (TRN112) do 3,51 (TRN48). Vrijednosti ukupne kiselosti podudaraju se s prethodno objavljenim rasponom za sortu ,,Trnjak crni'' (5,01 – 6,12 g L^{-1}; Mucalo i sur., 2021), dok prosječno visoki sadržaj šećera potvrđuje sklonost ove sorte nakupljanju šećera (Maletić i sur., 2015). Zanimljiv rezultat pokazuje klonski kandidat TRN15 koji je uz prosječni najniži sadržaj šećera pokazao i prosječno najvišu ukupnu kiselost, što upućuje na kasnije dozrijevanje ili drukčije usmjeren metabolizam u odnosu na ostale klonske kandidate.

Tablica 2. Analiza varijance prosječne vrijednosti sadržaja šećera, ukupne kiselosti i pH vrijednosti mošta klonskih kandidata sorte 'Trnjak crni' / **Table 2.** ANOVA of content of sugar, total aciditiy and pH.value in must of clonal candidates of 'Trnjak crni'

Klonski kandidat	Sadržaj šećera (^{0}Oe)	Sadržaj ukupne kiselostI (g L^{-1})	pH vrijednost
TRN66	101,333 ^{a}	5,503 ^{bcdef}	3,427 ^{bc}
TRN34	100,667 ^{ab}	5,647 ^{abcd}	3,407 ^{bcd}
TRN48	100,333 ^{abc}	5,347 ^{cdef}	3,513 ^{a}

Klonski kandidat	Sadržaj šećera (°Oe)	Sadržaj ukupne kiselostI (g L^{-1})	pH vrijednost
TRN69	97,000 abcd	4,917 def	3,427 bc
TRN40	93,000 bcdefg	5,047 cdef	3,433 bc
TRN71	92,667 bcdefg	5,153 cdef	3,430 bc
TRN27	93,333 abcdefg	5,483 bcdef	3,377 cdefgh
TRN68	89,667 defg	6,160 ab	3,390 cdefg
TRN118	96,000 abcdef	4,833 ef	3,403 bcde
TRN67	93,000 bcdefg	4,727 f	3,450 b
TRN42	96,667 abcde	4,800 ef	3,400 bcdef
TRN19	92,000 defg	5,540 bcde	3,360 defgh
TRN46	93,667 abcdefg	5,120 cdef	3,350 defghi
TRN112	92,333 cdefg	5,813 abc	3,297 i
TRN53	93,000 bcdefg	4,963 def	3,383 cdefg
TRN26	88,667 efg	5,277 cdef	3,400 bcdef
TRN11	89,000 defg	5,817 abc	3,337 ghi
TRN24	91,000 defg	5,450 bcdef	3,343 fghi
TRN15	86,667 g	6,377 a	3,323 hi
TRN70	89,000 defg	5,083 cdef	3,367 defgh
TRN17	88,333 fg	5,027 cdef	3,377 cdefgh
TRN29	89,667 defg	4,877 def	3,347 efghi

**srednje vrijednosti označene različitim slovima između sorata razlikuju se na razini p<0.05 korištenjem Duncan's multiple-range testa*

Analiza varijance prosječnog sadržaja organskih kiselina (g L^{-1}) u moštu klonskih kandidata sorte 'Trnjak crni' prikazuje Tablica 3. Prosječna vrijednost raspona limunske kiselina kretala se od 0,310 g L^{-1} (TRN27) do 0,477 g L^{-1} (TRN42). Raspon vinske kiseline kretao se od 5,470 g L^{-1} (TRN118) do 6,513 g L^{-1} (TRN34). Prosječni sadržaj jabučne kiseline bio je u rasponu od 0,803 (TRN53) do 1,283 (TRN17). Dominacija vinske nad jabučnom kiselinom uobičajena je za grožđe sorata iz toplijih vinogradarskih regija, zbog klimatskih uvjeta u kojima se jabučna kiselina intenzivnije razgrađuje tijekom dozrijevanja (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008; Rienth i sur., 2016).

Tablica 3. Prosječne vrijednosti sadržaja organskih kiselina (g L-1) klonskih kandidata sorte ,,Trnjak crni'' / **Table 3.** Average content of organic acids (g L-1) in must of clonal candidates of 'Trnjak crni'

Klonski kandidat	Limunska kiselina g/L	Vinska kiselina g/L	Jabučna kiselina g/L
TRN69	0,447 abc	6,327 abc	1,127 abc
TRN19	0,433 abc	6,510 a	1,063 bcde
TRN47	0,460 abc	6,050 abcde	1,110 abcd
TRN26	0,463 abc	6,220 abc	1,033 bcde
TRN66	0,473 ab	5,947 abcde	1,070 abcde
TRN70	0,410 abcde	6,190 abc	1,153 abc
TRN71	0,437 abc	6,263 abc	0,987 bcdef
TRN42	0,477 a	5,543 de	1,083 abcde
TRN46	0,430 abcd	6,460 ab	0,960 bcdef
TRN27	0,310 f	6,330 abc	1,173 ab
TRN48	0,430 abcd	5,898 abcde	1,153 abc
TRN17	0,393 abcdef	5,900 abcde	1,283 a
TRN11	0,423 abcd	6,000 abcde	1,083 abcde
TRN29	0,433 abc	5,713 cde	1,097 abcd
TRN68	0,410 abcde	6,437 ab	0,950 cdef
TRN15	0,373 cdef	6,343 abc	1,047 bcde
TRN24	0,380 abcdef	6,503 ab	0,943 cdef
TRN118	0,470 abc	5,470 e	0,983 bcdef
TRN34	0,320 ef	6,513 a	0,897 def
TRN40	0,410 abcde	5,873 bcde	1,013 bcdef
TRN53	0,377 bcdef	6,117 abcd	0,803 f
TRN67	0,333 def	6,047 abcde	0,873 ef
TRN112	0,380 abcdef	5,740 cde	0,937 cdef

**srednje vrijednosti označene različitim slovima između sorata razlikuju se na razini p<0.05 korištenjem Duncan's multiple-range testa*

Analiza varijance prosječnog sadržaja fenolnih spojeva (mg kg^{1}) u kožici bobice klonskih kandidata sorte 'Trnjak crni' prikazuje Tablica 4. Najzastupljenija skupina fenolnih spojeva bili su antocijani, čiji se prosječni sadržaj kretao od 963,8 mg kg^{1} (TRN11) do 1487,8 mg kg^{1} (TRN19). Prevladavanje antocijana u skladu je s dosadašnjim istraživanjima (Mucalo i sur., 2021, Katalinić i sur., 2010), koji u grožđu klonskih kandidata sorte ,,Trnjak crni'' imaju izuzetnu dominaciju nad drugim grupama fenolnih spojeva. Klonski kandidat TRN19 istaknuo se prosječno najvišim sadržajem antocijana i hidroksicimetnih kiselina, dok je klonski kandidat TRN15 pokazao prosječno najviše vrijednosti flavonol-glikozida, stilbena i hidroksibenzojevih kiselina. Ovo ga definira kao klonskog kandidata bogatog fenolnog profila. Suprotno njemu,

klonski kandidat TRN48 imao je prosječno najniže vrijednosti sadržaja većine grupa fenolnih spojeva, dok je klonski kandidat TRN11 imao prosječni najniži sadržaj antocijana i stilbena.

Prosječni sadržaj flavan-3-ola kretao se u rasponu od 128,8 (TRN48) do 270,5 (TRN70). Ovako izražene razlike u sadržaju pojedinih skupina fenolnih spojeva među klonskim kandidatima iste sorte potvrđuju da je sastav sekundarnih metabolita pod znatnim utjecajem genotipa (klona), a ne samo okolišnih uvjeta (Callipo i sur., 2025). Utvrđena unutarsortna varijabilnost u sadržaju grupa fenolnih spojeva osobito je značajna, s obzirom da fenoli određuju boju, strukture, potencijal dozrijevanja vina i njegov antioksidacijski potencijal (Merkyte i sur., 2020).

Promatrano u cjelini, među ispitivanim klonskim kandidatima izdvaja se nekoliko skupina različito usmjerenih svojstava. Kandidati TRN19, TRN15 i TRN70 odlikuju se višim sadržajem fenolnih spojeva i predstavljaju perspektivne kandidate za proizvodnju ekstraknih crnih vina, koja mogu duže vrijeme odležavati i sazrijevati. Nasuprot njima, klonski kandidat TRN11 pokazao je prosječno niži sadržaj grupa fenolnih spojeva, što ga, uz veću prosječnu masu grozda, svrstava među produktivnije klonske kandidate ove sorte. On može u budućnosti predstavljati zanimljiv klon koji ima dobar omjer kakvoće i uroda, pogotovo u kontekstu proizvodnje rosé vina. Ove, utvrđene, statistički značajne razlike potvrđuju opravdanost nastavka individualne klonske selekcije sorte 'Trnjak crni' te pružaju osnovu za odabir klonskih kandidata usmjerenih prema zahtjevima vinogradarsko vinarske proizvodnje, bez obzira radilo se o rodnijim klonovima ili klonovima visoke kakvoće (Maletić i sur., 2016).

Tablica 4. Analiza varijance prosječne vrijednosti sadržaja grupa fenolnih spojeva klonskih kandidata sorte 'Trnjak crni' (mg kg-1)/ **Table 4.** Analysis of Variance of the Average Content of Phenolic Compound Groups in Clone Candidates of the 'Trnjak Crni' Grape Variety (mg kg^{-1})

Klonski kandidat	ANTOCIJANI	FLA-VOL-GLIKOZIDI	HIDROKSI CIMETNE KISELINE	STILBENI	HIDROKSI BENZOJEVE KISELINE	FLAVAN-3-OLI
TRN 19	1487,805 ^{a}	266,117 ^{c}	163,320 ^{a}	29,238 ^{a}	38,231	221,415 ^{def}
TRN 15	1291,893 ^{e}	303,202 ^{a}	151,705 ^{b}	30,770 ^{a}	42,866	262,158 ^{ab}
TRN 53	1454,722 ^{b}	232,203 ^{d}	127,916 ^{fgh}	21,559 ^{c}	33,260	247,919 ^{bc}
TRN 70	1452,254 ^{b}	168,842 ^{h}	140,272 ^{cd}	21,076 ^{cd}	37,402	270,458 ^{a}
TRN 112	1409,938 ^{c}	221,297 ^{de}	118,136 ^{hi}	21,812 ^{c}	33,028	237,008 ^{cd}
TRN 27	1387,895 ^{c}	197,002 ^{f}	115,557 ^{i}	20,999 ^{cd}	40,048	206,708 ^{fg}
TRN 46	1412,767 ^{c}	223,133 ^{de}	131,247 ^{def}	14,213 ^{j}	26,553	214,401 ^{efg}
TRN 66	1446,160 ^{b}	155,008 ^{ij}	137,856 ^{cde}	17,605 ^{ghi}	37,815	213,088 ^{efg}
TRN 34	1262,860 ^{ef}	284,949 ^{b}	102,625 ^{j}	24,679 ^{b}	32,475	200,082 ^{gh}
TRN 69	1323,237 ^{d}	176,428 ^{gh}	142,160 ^{c}	24,066 ^{b}	31,436	212,245 ^{efg}
TRN 42	1320,810 ^{d}	183,401 ^{g}	129,581 ^{efg}	22,035 ^{c}	22,078	242,531 ^{c}
TRN 24	1220,675 ^{gh}	226,186 ^{de}	122,868 ^{fghi}	20,809 ^{cde}	31,991	223,208 ^{de}
TRN 26	1238,830 ^{fg}	167,956 ^{hi}	120,679 ^{ghi}	20,162 ^{cdef}	20,500	225,271 ^{de}
TRN 17	1271,575 ^{e}	220,766 ^{de}	122,846 ^{fghi}	18,251 ^{fgh}	28,716	188,174 ^{hi}
TRN 29	1193,353 ^{hi}	183,048 ^{g}	141,368 ^{c}	16,176 ^{hij}	22,810	210,261 ^{efg}
TRN 68	1326,414 ^{d}	215,363 ^{e}	101,198 ^{j}	18,762 ^{efg}	24,251	172,771 ^{j}

Klonski kandidat	ANTOCIJANI	FLA-VOL-GLIKOZIDI	HIDROKSI CIMETNE KISELINE	STILBENI	HIDROKSI BENZOJEVE KISELINE	FLAVAN-3-OLI
TRN 67	1037,586 ^{k}	225,492 ^{de}	122,393 ^{fghi}	24,720 ^{b}	27,928	181,800 ^{ij}
TRN 40	1190,705 ^{i}	124,779 ^{l}	122,663 ^{fghi}	17,208 ^{ghi}	26,169	223,487 ^{de}
TRN 71	1171,139 ^{i}	146,297 ^{jk}	79,818 ^{k}	18,874 ^{defg}	20,248	152,689 ^{k}
TRN 11	963,838 ^{l}	136,073 ^{kl}	129,809 ^{efg}	9,526 ^{l}	24,910	190,777 ^{hi}
TRN 118	1067,487 ^{j}	144,867 ^{jk}	82,781 ^{k}	11,709 ^{k}	29,248	155,023 ^{k}
TRN 48	1059,102 ^{jk}	144,419 ^{jk}	68,579 ^{l}	15,860 ^{ij}	19,171	128,778 ^{l}

**srednje vrijednosti označene različitim slovima između sorata razlikuju se na razini p<0.05 korištenjem Duncan's multiple-range testa*

Zaključak

Provedeno istraživanje je pokazalo postojanje izražene unutarsortne varijabilnosti između 22 klonska kandidata sorte 'Trnjak crni' u vinogorju Imotski. Razlika je utvrđena i u uvometrijskim i mehaničkima pokazateljima svojstava grozda, ali i u osnovnim pokazateljima kakvoće mošta, te u sadržaju pojedinačnih organskih kiselina te u sadržaju grupa fenolnih spojeva.

Pojedini kandidati su se istaknuli povoljnim i gospodarski zanimljivim svojstvima. Klonski kandidat TRN40 istaknuo se prosječno višom masom grozda, klonski kandidat TRN66 prosječno višim sadržajem šećera u moštu, a klonski kandidat TRN15 prosječno višom ukupnom kiselosti. Kod fenolnog profila prevladavali su antocijani, s prosječno najvišim sadržajem kod klonskog kandidata TRN19, dok je klonski kandidat TRN15 pokazao široko zastupljen i kvalitativno bogat fenolni profil. Nasuprot, klonski kandidat TRN11 odlikovao se prosječno nižim sadržajem fenolnih spojeva uz veću masu grozda, što predstavlja dobar kompromis između kakvoće i rodnosti, pogotovo u kontekstu proizvodnje rosé vina.

Utvrđene razlike među kandidatima potvrđuju izraženost gospodarski važnih svojstava sorte 'Trnjak crni' pod znatnim utjecajem genotipa pojedinog klona te opravdavaju nastavak individualne klonske selekcije. Kandidati s povoljnim fenolnim profilom (TRN19, TRN15, TRN70) predstavljaju perspektivnu osnovu za daljnju selekciju usmjerenu prema proizvodnji kvalitetnih i visokokvalitetnih vina. Za pouzdaniju ocjenu i konačan odabir i karakterizaciju klonova potrebno je istraživanje nastaviti kroz više vegetacijskih sezona.

Literatura

Bulić S. (1949). *Dalmatinska ampelografija. Poljoprivredni Nakladni Zavod, 359 pp.*

Callipo P., Schmidt M., Strack T., Robinson H., Vasudevan A., Voss-Fels K.P. (2025)*. Harnessing clonal diversity in grapevine: from genomic insights to modern breeding applications. Theor Appl Genet 138 (8): 196. doi:10.1007/s00122-025-04986-w*

Divić M. (2021). *Masovna pozitivna i zdravstvena selekcija autohohtone sorte vinove loze 'Trnjak' u uvjetima vinogorja Imotski. master thesis. Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Odsjek za hortikulturu i krajobraznu arhitekturu*

Katalinić V., Možina S.S., Skroza D., Generalić I., Abramovič H., Miloš M., Ljubenkov I., Piskernik S., Pezo I., Terpinc P., Boban M. (2010). *Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 Vitis vinifera varieties grown in Dalmatia (Croatia). Food Chemistry 119 (2): 715–723. doi:10.1016/j.foodchem.2009.07.019*

Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I. (2008). *Vinova loza: ampelografija, ekologija, oplemenjivanje. Zagreb: Školska knjiga*

Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Bubola M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S. (2015). *Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze*

Maletić E., Preiner D., Karoglan Kontić J., Šimon S., Pejić I. (2016). Istraživanja unutarsortne varijabilnosti vinove loze u Hrvatskoj i klonska selekcija. Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi (5.): 1–11. doi:10.21857/mnlqgcj8jy

***Merkytė V., Longo E., Windisch G., Boselli E. (2020)**. Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity. Foods 9 (12). doi:10.3390/foods9121785*

***Mirošević N., Karoglan Kontić J. (2008)**. Vinogradarstvo. ||*

***Mucalo A., Budić-Leto I., Lukšić K., Maletić E., Zdunić G. (2021).** Early Defoliation Techniques Enhance Yield Components, Grape and Wine Composition of cv. Trnjak (Vitis vinifera L.) in Dalmatian Hinterland Wine Region. Plants 10 (3): 551. doi:10.3390/plants10030551*

***OIV. (2019**). Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis | OIV*

***OIV O. (ed). (2001).** Descriptor list for grape vine varieties and Vitis species 2nd edition. OIV, Paris [France], 1 p.*

***Pelsy F. (2010).** Molecular and cellular mechanisms of diversity within grapevine varieties. Heredity 104 (4): 331–340. doi:10.1038/hdy.2009.161*

***Rienth M., Torregrosa L., Sarah G., Ardisson M., Brillouet J.-M., Romieu C. (2016).** Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. BMC Plant Biol 16 (1): 164. doi:10.1186/s12870-016-0850-0*

***Tomaz I., Maslov L., Stupić D., Preiner D., Ašperger D., Karoglan Kontić J. (2016).** Solid-liquid Extraction of Phenolics from Red Grape Skins. Acta Chim Slov 63 (2): 287–297. doi:10.17344/acsi.2015.2181*

Prispjelo/Received: 28.5.2026. ***Prihvaćeno/Accepted: 1.7.2026.***

Original scientific paper

Intravarietal variability of agronomic and chemical characteristics of clonal candidates of the variety 'Trnjak crni' (Vitis vinifera L.) in Imotski wine-growin region

Abstract

'Trnjak crni' (Vitis vinifera L.) is an indigenous red grapevine variety traditionally grown in the Imotski and Vrgorac wine-growing regions of Croatia and in western Herzegovina. Due to its increasing economic and oenological importance, as well as the presence of pronounced intravarietal variability within its population, clonal selection of this cultivar was initiated in 2019. The aim of this study was to evaluate the agronomic and chemical variability among 22 clonal candidates of 'Trnjak crni' planted in a mother vineyard in the Imotski wine-growing region. During the 2023 growing season, uvometric and mechanical bunch traits, basic must quality parameters, organic acid composition, and phenolic compound groups in berry skins were analysed. The data were processed using one-way analysis of variance, while mean values were compared using Duncan's multiple range test at $p < 0.05$. Significant differences among clonal candidates were observed for most of the analysed traits, confirming the existence of substantial intravarietal variability. The highest average bunch mass was recorded in candidate TRN40, while the highest sugar content in must was found in TRN66. Candidate TRN15 showed the highest total acidity and was also characterized by a particularly rich phenolic profile. Anthocyanins were the dominant group of phenolic compounds in berry skins, with the highest average concentration determined in candidate TRN19. In contrast, candidate TRN11 showed lower phenolic content combined with relatively high bunch mass, indicating a potentially favourable balance between yield and quality. These results confirm the importance of continued individual clonal selection of 'Trnjak crni' and provide a basis for identifying candidates with desirable traits for future viticultural and oenological use.

***Keywords:** 'Trnjak crni', clonal selection, intravarietal variability, phenolic compounds, grapevine, Imotski wine-growing region*