

INFLUENCE OF AUTOCHTHONOUS SACCHAROMYCES SPP. STRAINS ON THE SULFUR DIOXIDE CONCENTRATION IN WINE

UTJECAJ AUTOHTONIH SOJEVA SACCHAROMYCES SPP. NA KONCENTRACIJU SUMPORNOG DIOKSIDA U VINU

Josip BELJAK¹, Ana JEROMEL^{1*}, Stanka HERJAVEC¹, Sandi ORLIC²

1 Department of Viticulture and Enology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Croatia

2 Department of Microbiology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Croatia

Corresponding author: e-mail: amajdak@agr.hr; tel. ++38512393834; fax: ++3851293834

Manuscript received: March 22, 2008; Reviewed: May 12, 2008; Accepted for publication: June 28, 2008

ABSTRACT

The aim of this work was to study the influence of 8 autochthonous yeasts strains on the sulfur dioxide formation. For this purpose grape must from the Traminer, Muller Turgau and Chardonnay grapes was used. Yeast strains used were cultivated at the Department for Microbiology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb. Five of them were H₂S negative and three H₂S positive. Tested yeast strains produced from 19 up to 45 mg/l of sulfur dioxide. The highest sulfur dioxide producer was one of the H₂S positive yeast strains. The results indicated the initial sugar concentration to be very important for the ratio of sulfur dioxide production. Yeasts were more efficient at higher sugar levels.

Keywords: sulfur dioxide, autochthonous yeasts, wine

SAŽETAK

Cilj ovoga rada bio je istražiti utjecaj 8 autohtonih sojeva kvasaca na sintezu sumpornog dioksida. U tu svrhu korišteni su moštovi Traminca, Rizvanca i Chardonnaya. Korišteni sojevi kvasaca bili su iz kolekcije Zavoda za mikrobiologiju, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Pet od njih je H₂S negativno a tri H₂S pozitivno. Ispitivani sojevi kvasca stvorili su od 19 pa sve do 45 mg/l sumpornog dioksida. Najviše sumpornog dioksida stvorio je jedan od H₂S pozitivnih sojeva. Rezultati su pokazali da je početna koncentracija šećera vrlo važna pri proizvodnji sumpornog dioksida. Kvasci su bili produktivniji pri višim razinama šećera.

Ključne riječi: sumporni dioksid, autohtoni kvasci, vino

DETAILED ABSTRACT

The main subject matter of this investigation was to determine the ability of 8 autochthonous yeasts strains to synthesize sulfur dioxide. Grape must from Traminer, Muller Turgau and Chardonnay was used. One of the byproducts of the fermentation induced by yeasts is a certain quantity of sulfur dioxide. Higher concentrations can have a negative impact on the wine quality. Croatian Wine Law and Wine Regulations are therefore prescribing the allowed quantities of sulfur dioxide in wines. In this research we used autochthonous yeast strains from the Department for Microbiology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb. Five of them were H₂S negative and three H₂S positive. Chemical analysis of musts and wines were carried out using standard methods proposed by O.I.V. Before the alcohol fermentation, sugar level, total acidity and total sulfur dioxide concentration were determined in all musts. In all young wines level of alcohol, residual sugar, volatile acidity and total sulfur dioxide were measured. Obtained results pointed out significant differences in sulfur dioxide concentrations between produced wines. Total sulfur dioxide level ranged from 19 mg/l up to 45 mg/l. The highest sulfur dioxide producer was one of the H₂S positive yeast strains tested. This strain produced 37 mg/l in Traminer, 45 mg/l in Chardonnay and 40 mg/l in Muller Turgau wine. The difference between sulfur dioxide levels produced in Traminer and Chardonnay wines was not very pronounced as it can be seen in tables 6 and 7. The results indicated the initial sugar concentration to be very important for the ratio of sulfur dioxide production. It was found that the yeasts were more efficient at higher sugar levels.

UVOD

Vinarska industrija oduvijek je među postavljenim ciljevima istraživanja na važnom mjestu imala i selekciju novih sojeva kvasaca sa ciljem poboljšanja kakvoće i prepoznatljivosti vina. Alkoholna fermentacija je polimikroban proces u kojem sudjeluje veliki broj vrsta kvasaca, bakterija i gljiva [10]. Od kvasaca koji imaju određenu ulogu tijekom proizvodnje vina najznačajniji su zasigurno oni iz roda *Saccharomyces* kao glavni nosioci sigurne i kvalitetno provedene alkoholne fermentacije. Tijekom alkoholne fermentacije kvasci osim što prevode šećer u etanol sintetiziraju i veliki broj sekundarnih spojeva koji značajnije utječu na aromu vina [6]. Velika grupa sumpornih spojeva također ima vrlo značajnu ulogu u aromi vina. Ukupna koncentracija sumpora u stanici kvasca je niska u usporedbi s važnošću samog sumpora u metabolizmu kvasca. Kod vrste *Saccharomyces*

cerevisiae sadržaj sumpora varira od 0.2-0.9 % suhe tvari. Među najvažnije sumporne spojeve koje kvasci mogu sintetizirati tijekom alkoholne fermentacije spadaju sumporovodik te sulfiti. Prva istraživanja vezana uz tu problematiku započela su još 1965. godine [2, 4, 13, 14]. Sposobnost sinteze veće ili manje količine SO₂ tijekom alkoholne fermentacije jedan je od kriterija selekcije i izdvajanja sojeva kvasaca za potrebe enologije [15]. Sojevi *S. cerevisiae* normalno sintetiziraju od 10-30 mg/l sulfita. Ipak neki sojevi nazvani "kvasci proizvođači SO₂" ili "kvasci sa sposobnošću formiranja velikih količina SO₂", proizvode ih i u količinama većim od 100 mg/l [3]. Takav sulfit je od značajnog enološkog interesa. On se odmah veže za acetaldehid i druge spojeve te ga na kraju alkoholne fermentacije nema u slobodnom obliku. Međutim značajno utječe na povećanje količine ukupnog SO₂ u vinu [9]. Delteil [1] je testirao sposobnost sinteze SO₂ kod 178 različitih sojeva kvasaca *Saccharomyces* izoliranih iz vinogorske regije Coches du Rhone. Nakon fermentacije 17% sojeva stvorilo je između 30 i 50 mg/l SO₂, 5% između 50 i 70 mg/l, 3% između 70 i 100, 2% između 100 i 150, a samo jedan soj (0,5% od testirane populacije) 225 mg/l SO₂. Gotovo 30% istraživanih sojeva proizvelo je visoke razine SO₂ u korištenom moštu. Isti je autor [1] testirao 43 različita komercijalna enološka kvasca tijekom alkoholne fermentacije mošta sorte Grenache rose. Početna vrijednost ukupnog sumpornog dioksida u moštu je iznosila 120 mg/l. Po završetku fermentacije kod 6 kvasaca koncentracija ukupnog SO₂ bila je između 80 i 90 mg/l, kod 7 kvasaca između 90 i 100 mg/l, još 7 kvasaca između 100 i 110 mg/l, 15 kvasaca između 110 i 120 mg/l, 6 kvasaca između 120 i 130 mg/l i kod 2 kvasca koncentracija je narasla na 135 mg/l ukupnog SO₂. Iz toga proizlazi da je od ukupno 43 testirana 18% enoloških kvasaca sintetiziralo SO₂ tijekom fermentacije. Premužić i dr. [9] navode da je primjenom pojedinih sojeva kvasaca, koji proizvode velike količine SO₂ moguće postići stabilnost bijelih vina. Međutim nisu utvrđene konkretne veze između ta dva svojstva. Isti autori u svojem istraživanju također su ukazali na značajan utjecaj mošta pri sintezi SO₂. Isti soj je u različitim moštovima stvorio različite koncentracije SO₂ pri čemu su razlike bile i do 50%. Neki autori [9, 14] kao jedan od faktora koji utječe na sintezu SO₂ navode i količinu šećera u moštu pri čemu veće količine šećera utječu na izraženiju sintezu SO₂. Prema Weeks [13] korišteni *S. oviformis* kvasac proizvodio je značajne količine SO₂ dok korišteni *S. cerevisiae* soj nije iskazivao tu sposobnost. Utjecaj vrste kvasca na sposobnost sinteze SO₂ su potvrdila i istraživanja Rankine i Pocock [11]. Istraživanje Premužić i dr. [9] također je ukazalo na veliku različitost u sposobnosti sinteze SO₂ zavisno

**INFLUENCE OF AUTOCHTHONOUS SACCHAROMYCES SPP. STRAINS ON THE
SULFUR DIOXIDE CONCENTRATION IN WINE**

Tablica 1: Karakteristike kvasaca korišteni u istraživanju
Table 1: Characteristics of yeasts used in this investigation

Soj kvasca Yeast strain	Vrsta Species	Podrijetlo Origin	Sinteza H ₂ S-a H ₂ S synthesis
RO 51	<i>S.cerevisiae</i>	Zagrebačko vinogorje/Zagreb winegrowing region	Negativan Negative
RO 54	<i>S.paradoxus</i>	Zagrebačko vinogorje/Zagreb winegrowing region	Negativan Negative
RO 1649	<i>S.cerevisiae</i>	Zapadno Istarsko vinogorje/West Istrian winegrowing region	Negativan Negative
RO 29	<i>S.cerevisiae</i>	Pelješko vinogorje/Pelješac winegrowing region	Pozitivan Positive
RO 31	<i>S.cerevisiae</i>	Pelješko vinogorje/ Pelješac winegrowing region	Pozitivan Positive
RO 40	<i>S.cerevisiae</i>	Pelješko vinogorje/ Pelješac winegrowing region	Pozitivan Positive
RO 63	<i>S.cerevisiae</i>	Pelješko vinogorje/ Pelješac winegrowing region	Pozitivan
ICV–D21	<i>S.cerevisiae</i>	Francuska / France	Negativan Negative

Tablica 2: Kemijski sastav mošta nakon taloženja
Table 2: Chemical composition of musts after settling

Sorta Variety	Šećer (Oe°) Sugar	Ukupna kiselost (g/l) Total acidity	SO ₂ ukupni (mg/l) Total SO ₂
Traminac/Traminer	91	6,6	0
Chardonnay	92	8,9	0
Rizvanac/Muller Turgau	99	6,5	0

od korištene vrste kvasca. Tako su svi sojevi vrste *S. carlsbergensis* stvorili relativno velike količine SO₂, većina sojeva *S. vini* tvorila je vrlo malo ili neznatno SO₂ što se može reći i za sojeve vrsta *S. oviformis*, *S. uvarum*, *S. elegans* i *S. rosei*. Koncentracija dodanog SO₂ u mošt prije fermentacije također je utjecala na stvorenu količinu SO₂ [9]. Prema istraživanjima [12, 15] kvasci koji nemaju sposobnost sinteze H₂S stvaraju tijekom fermentacije veće koncentracije SO₂.

Koncentracije SO₂ prisutnog u vinu zakonski su regulirane te mogu imati negativan utjecaj na kakvoću samog proizvoda. Samim time utvrđivanje sposobnosti sinteze pojedinog soja kvasca od izuzetnog je značaja za vinarsku proizvodnju. Stoga je cilj ovoga rad bio utvrditi sposobnost tvorbe SO₂ kod pojedinih sojeva *Saccharomyces spp.*, tijekom alkoholne fermentacije moštova Traminca, Rizvanca i Chardonnaya s jednog vinogradarskog položaja.

MATERIJAL I METODE

Postavljanje pokusa

Istraživanje je provedeno u berbi 2004. s grožđem triju sorata (*Vitis vinifera L.*), Rizvanac, Traminac i Chardonnay. Od svake sorte ručno je ubrano oko 250 kg zdravog grožđa. Nakon berbe provedeno je muljanje i runjenje grožđa te odvajanje po 130 litara samotočne frakcije mošta. Nesulfitirani moštovi su taloženi 24 sata na temperaturi od 10 °C. Nakon otakanja s taloga mošt svake sorte rastočen je u staklene boce od 5 L u tri ponavljanja. Inokulacija je izvršena sa autohtonim izolatima *Saccharomyces cerevisiae* iz kolekcije Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u brojnosti od 6x10⁹ CFU/ml.

Kvasci

U istraživanju su korišteni autohtoni sojevi kvasaca *Saccharomyces cerevisiae* iz kolekcije Zavoda za

Tablica 3: Koncentracija alkohola (vol%) u vinima po završetku alkoholne fermentacije
 Table 3: Alcohol concentration (vol%) in wines at the end of alcoholic fermentation

Sorta Variety	Soj kvasca Yeast strain								Kontrola ICV-D21	LSD
	51	54	1649	29	H ₂ S ⁻ 31	H ₂ S ⁻ 40	H ₂ S ⁻ 63			
Traminac/Traminer	12,92	12,75	12,82	12,90	12,87	12,91	12,88	12,84	n.s.	
Chardonnay	12,71	12,58	12,53	12,61	12,60	12,64	12,75	12,73	n.s.	
Rizvanac/Muller Turgau	13,55	13,76	13,81	13,84	13,79	13,76	13,87	13,74	n.s.	

n.s.: not significant /ne signifikantno

Tablica 4: Hlapiva kiselost (g/l) u vinima po završetku alkoholne fermentacije
 Table 4: Volatile acidity concentration (g/l) in wines at the end of alcoholic fermentation

Sorta Variety	Soj kvasca Yeast strain								Kontrola ICV-D21	LSD
	51	54	1649	29	H ₂ S ⁻ 31	H ₂ S ⁻ 40	H ₂ S ⁻ 63			
Traminac/Traminer	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	n.s.	
Chardonnay	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	n.s.	
Rizvanac/Muller Turgau	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	n.s.	

n.s.: not significant /ne signifikantno

Tablica 5: Vrijednosti reducirajućeg šećera (g/l) u vinima po završetku alkoholne fermentacije
 Table 5: Residual sugar concentration (g/l) in wines at the end of alcoholic fermentation

Sorta Variety	Soj kvasca Yeast strain								Kontrola ICV-D21	LSD
	51	54	1649	29	H ₂ S ⁻ 31	H ₂ S ⁻ 40	H ₂ S ⁻ 63			
Traminac/Traminer	1,5	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	n.s.	
Chardonnay	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	n.s.	
Rizvanac/Muller Turgau	1,7	1,9	1,9	2,0	1,8	1,7	1,7	1,9	n.s.	

n.s.: not significant /ne signifikantno

mikrobiologiju, Sveučilišta u Zagrebu (Tablica 1). Kao kontrolni kvasac korišten je soj komercijalnog naziva ICV-D21, poznatih enoloških svojstava. U istraživanjima [1] vina dobivena fermentacijom sa kvascem ICV-D21, uz prethodno sumporenje mošta sa 50 mg/l 5% -tne H₂SO₃, sadržavala su 43 mg/l ukupnog SO₂. Oznaka H₂S⁻ kod nekih ispitivanih sojeva kvasaca upućuje na njihovu nemogućnost sinteze H₂S (sumporovodika) tijekom alkoholne fermentacije što je pozitivno svojstvo. Međutim, prema istraživanjima [12, 15] sojevi koji nisu u sposobnosti sintetizirati H₂S tijekom alkoholne fermentacije skoro uvijek sintetiziraju veće koncentracije SO₂. Sojevi korišteni u ovom pokusu odabrani su na osnovi njihovih pozitivnih enoloških svojstava određeni pokusima provedenim u Zavoda za mikrobiologiju

Agronomskog fakulteta u Zagrebu (Orlić, S., neobjavljeni rezultati).

Kemijske analize

Analiza kemijskog sastava pokusnih moštova i vina obavljena je u laboratoriju Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U moštu je određena količina nakupljenog šećera te ukupna kiselost dok su u vinu određeni: reducirajući šećer, ukupna kiselost, hlapiva kiselost, alkohol i ukupni sumporni dioksid po standardnim metodama prema O.I.V.-u [5]. Brzina fermentacije praćena je po metodi prema [7]. Pri određivanju ukupnog sumpornog dioksida korištena je referentna metoda po Paul-u po proceduri opisanoj u Pravilniku o fizikalno kemijskim metodama analize mošta i vina [8].

Tablica 6: Razlike u koncentracija ukupnog SO₂ (mg/l) u pojedinom vinu po završetku
alkoholne fermentacije zavisno od korištenog soja kvasca
Table 6: Total SO₂ concentration (mg/l) difference in each wine at the end of
alcoholic fermentation regarding to used yeast strain

Sorta Variety	Soj kvasca Yeast strain			29	H ₂ S ⁻ 31	H ₂ S ⁻ 40	H ₂ S ⁻ 63	Kontrola ICV-D21	LSD
	51	54	1649						
Traminac/Traminer	25 ^d	24 ^{cd}	19 ^a	19 ^a	37 ^c	23 ^{bc}	22 ^b	22 ^b	5%=1,1 1%=1,7
Chardonnay	27 ^{Dd}	27 ^{Dd}	19 ^a	19 ^a	45 ^e	27 ^{Dd}	26 ^{Cbd}	25 ^{Bb}	5%=0,7 1%=1,0
Rizvanac/Muller Turgau	42 ^f	32 ^d	27 ^c	20 ^a	40 ^e	30 ^{Cc}	25 ^b	42 ^f	5%=0,3 1%=0,6

Note: Different letters beside the mean of a compound denote a significant difference among treatments (A, B, C for 5%; a, b, c for 1%).

Naznaka: Različita slova pored sastojka označavaju signifikantnu različitost (A,B,C za 5%, a,b,c, za 1%).

Statistička analiza podataka

U analizi podataka korištena je jednovarijantna analiza varijance (ANOVA) te LSD usporedni test. Analize su rađene na razini značajnosti od 95% i 99%.

REZULTATI S RASPRAVOM

Kemijski sastav mošta

Rezultati kemijskog sastava mošta po sortama prikazani su u Tablici 2. Nešto višim sadržajem šećera izdvojio se mošt Rizvanca dok su vrijednosti nakupljenog šećera kod moštova Traminca i Chardonnaya bile približno iste. Prema nekim autorima [9, 14] postojanje razlika u koncentraciji šećera među moštovima može značajno utjecati na sintezu SO₂ tijekom alkoholne fermentacije. Ukupna kiselost bila je nešto viša u moštu Chardonnaya dok kod moštova Traminca i Rizvanca razlika nije postojala.

Kemijski sastav vina

Rezultati osnovne kemijske analize dobivenih vina prikazani su u tablicama 3, 4 i 5. Svi korišteni sojevi potvrdili su svoje dobre fermentacijske sposobnosti razgrađivši cjelokupni sadržaj šećera u jednakom vremenskom periodu. Nisu utvrđene signifikantne razlike u dobivenim koncentracijama alkohola te vrijednostima hlapive kiselosti. Važno je za naglasiti da je hlapiva kiselost u vinima svih ispitivanih sorata bila niska što je još jedan pokazatelj pravilnog tijeka alkoholne fermentacije i dobrih enoloških karakteristika ispitivanih sojeva kvasca.

Rezultati vrijednosti stvorenog SO₂ tijekom alkoholne fermentacije u analiziranim vinima prikazani su u tablicama 6 i 7. U tablici 6 prikazana je statistička različitost

dobivenih vrijednosti SO₂ među ispitivanim sojevima kvasca unutar jedne sorte. U tablici 7 uspoređivane su stvorene koncentracije SO₂ pojedinog ispitivanog soja kvasca u odnosu na različiti medij (sortu). Uzevši u obzir dobivene vrijednosti po sortama, najmanje razlike u stvorenom SO₂ zavisno od korištenog soja kvasca utvrđeno je u vinu Traminca (19-37 mg/l), a najveće u vinu Chardonnaya (19-45 mg/l). Dobiveni rezultati najvećim dijelom su u skladu s navodima [9,14] da veće koncentracije šećera u moštu uvjetuju i veću sintezu SO₂. Pri tome se ne smije zanemariti utjecaj različitosti kemijskog sastava pojedinog mošta na rad kvasca i sintezu bioprodukata tijekom alkoholne fermentacije. U vinima Traminca i Chardonnaya signifikantno najviše koncentracije SO₂ sintetizirao je soj RO H₂S⁻ 31, a kod sorte Rizvanca uz već spomenuti soj RO H₂S⁻ 31 izdvojili su se kontrolni soj ICV-D21 te soj RO51 (tablica 6). Za razliku od soja 31 sojevi 29 i 1649 su tijekom alkoholne fermentacije svih triju sorata stvorili signifikantno najmanje koncentracije SO₂ čije vrijednosti su se kretale od najmanje 19 mg/l (soj 1649 kod sorte Traminac) do najviše 27 mg/l (soj 1649 kod sorte Rizvanac). Kontrolni soj kvasca koji je u istraživanjima [1] sintetizirao prosječno 43 mg/l SO₂ u našem istraživanju stvorio je od 22 mg/l do 41 mg/l. Usporedivši ispitivane sojeve kvasca s kontrolnim sojem utvrđene su signifikantne različitosti. Većina autohtonih sojeva kod sorata Traminac i Chardonnay je sintetizirala nešto veće koncentracije SO₂ u odnosu na kontrolni soj. Međutim u vinu Rizvanca kontrolni soj stvorio je signifikantno veću koncentraciju SO₂ u odnosu na sve ispitivane sojeve izuzev jednoga (soj 51). Prema [3] kvasci koji stvaraju preko 100 mg/l SO₂ mogu se nazvati kvascima proizvođačima SO₂ što u našem istraživanju nije bilo slučaj niti kod jednog

Tablica 7: Razlike u koncentraciji ukupnog SO₂ (mg/l) zavisno od korištenog soja kvasca među analiziranim vinima po završetku alkoholne fermentacije
 Table 7: Total SO₂ concentration (mg/l) differences between analyzed wines at the end of alcoholic fermentation depending on the yeast strain used

Soja kvasca Yeast strain	51	54	1649	29	H ₂ S ⁻ 31	H ₂ S ⁻ 40	H ₂ S ⁻ 63	Kontrola ICV-D21
Traminac/Traminer	25 ^a	24 ^a	19 ^a	19 ^{Aa}	37 ^a	23 ^a	22 ^a	22 ^a
Chardonnay	27 ^b	27 ^b	19 ^a	19 ^{Aa}	45 ^b	27 ^b	26 ^b	25 ^b
Rizvanac/Muller Turgau	42 ^c	32 ^c	27 ^b	20 ^{Ba}	40 ^c	30 ^c	25 ^c	42 ^c
LSD	5%=0,3 1%=0,6	5%=0,6 1%=1,2	5%=0,1 1%=0,2	5%=0,7 1%=1,0	5%=0,2 1%=0,3	5%=0,1 1%=0,2	5%=0,2 1%=0,3	5%=0,4 1%=0,8

Note: Different letters beside the mean of a compound denote a significant difference among treatments (A, B, C for 5 %; a, b, c for 1 %).

Naznaka: Različita slova pored sastoika označavaju sienifikantnu različitost (A,B,C za 5%. a,b,c. za 1%).

ispitivanog soja. Stoga možemo zaključiti da ispitivani sojevi ne sintetiziraju značajno velike količine SO₂ tijekom alkoholne fermentacije. Ispitivani soj RO 29 izdvojio se u odnosu na druge sintezom signifikantnom najnižim koncentracijama na razini 1% u sva tri vina (tablica 7). Za razliku od njega soj H₂S⁻ 31 u sva tri vina sintetizirao je najveće koncentracije SO₂ što je u skladu s literaturnim podacima o svojstvima H₂S⁻ sojeva kao potencijalno većih proizvođača SO₂ tijekom alkoholne fermentacije [12, 15]. Ipak navedeno svojstvo nije potvrđeno i kod ostala dva soja koja ne sintetiziraju H₂S a korišteni su u ovom istraživanju. Temeljem provedenog jednogodišnjeg istraživanja utjecaja različitih autohtonih sojeva kvasca na koncentraciju SO₂ u vinima Traminca, Chardonnaya i Rizvanca može se zaključiti da se je većina sojeva značajno razlikovala u tom s enološkog gledišta bitnom svojstvu u metabolizmu pojedinog kvasca. Vrijednosti stvorenog SO₂ kretale su se od najmanje 19 mg/l te do najviše 45 mg/l što spada u uobičajene koncentracije koje sojevi *Saccharomyces* spp. sintetiziraju tijekom alkoholne fermentacije. Daljnja istraživanja trebalo bi produžiti kroz nekoliko godina kako bismo došli do što točnijih pokazatelja s obzirom na razlike koje mogu biti uvjetovane agroklimatskim prilikama u pojedinoj godini.

POPIS LITERATURE

[1] Delteil D., Enological yeast effect on the SO₂ content and management in wines, Actes de Lallemant Technical meeting, Symposium organized by Lallemant, 25-26. 04, San Francisco (2003): 23-27.

[2] Eschenbruch R., On the hydrogen sulphide

formation by wine yeasts, Wynboer (1974) 508: 8-12.

[3] Eschenbruch R., On the sulphite formation and sulphite consumption of wine yeasts, Wynboer (1973) 506: 42-44.

[4] Minarik E., Formation of sulphurous acid through reduction of sulphates during fermentation of must, Kvasny prumysl (1972) 18: 104-107.

[5] O.I.V. : Compendium of International Methods of Analysis of Wine and Musts, Paris, 2001.

[6] Orlic S., Redžepović S., Jeromel A., Herjavec S., Iacumin L., Influence of indigenous *Saccharomyces paradoxus* strains on Chardonnay wine fermentation aroma. Int. J. Food Sci. Technol. (2007) 42: 95-101.

[7] Orlic S., Očić N., Jeromel A., Huić K., Redžepović, S., Selection of Indigenous *Saccharomyces cerevisiae* Strains from Kutjevo Wine Growing Area at the Laboratory Scale. Agri. Cons. Scie. (2005) 70: 93-97.

[8] Pravilnik o fizikalno-kemijskim metodama analize mošta, vina i drugih proizvoda od grožđa i vina te voćnih vina. Narodne novine br. 96/03

[9] Premužić D., Lovrić T., Šafar O., Jović V., Production of sulphur dioxide during fermentation of must as a result of the metabolism of some yeast strains and their effect on the colour of white wines, Kem. Ind. (1972) 21: 9-20.

[10] Pretorius I.S., Tailoring wine yeast for new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking, Yeast (2000) 16: 675-729.

[11] Rankine B.C., Pocock K.F., Influence of yeast strain on binding of sulphur dioxide in wines, and its formation during fermentation. J. Sci. Food Agric. (1969)

20: 104-109.

[12] Suzzi G., Romano P., Zambonelli C., Saccharomyces strain selection in minimizing SO₂ requirement during vinification, Am. J. Enol. Viticul. (1985) 36: 199-202.

[13] Weeks C., Production of sulfur dioxide binding compounds and of sulfur dioxide by two Saccharomyces

yeasts, Am. J. Enol. Viticul. (1969) 20: 32-39.

[14] Wurdig G., Schlotter H.A., Über das Vorkommen SO₂ bildender Hefen im natürlichen Hefegemisch des Traubenmostes, Deutsche Lebensm. Rundschau (1971) 67: 86-91.

[15] Zambonelli C.: Microbiologia e biotecnologia dei vini, Edagricole, Bologna, 1998.

