

Barrique bačve u proizvodnji vina

Babić, Marta

Undergraduate thesis / Završni rad

2025

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:392834>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-06**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Marta Babić

BARRIQUE BAČVE U PROIZVODNJI VINA

ZAVRŠNI RAD

Osijek, siječanj 2025.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Marta Babić

BARRIQUE BAČVE U PROIZVODNJI VINA

ZAVRŠNI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Anita Pichler

Osijek, siječanj 2025.

BARRIQUE BAČVE U PROIZVODNJI VINA

Marta Babić, 0113148487

Sažetak:

Barrique bačve proizvode se od triju najznačajnijih vrsta hrasta, a tehnike kojima se to postiže jesu sušenje drva i oblikovanje bačve, paljenje ili tostiranje bačve te okivanje. Tijekom zrenja vina događaju se brojni procesi, a vrsta hrasta ima ključnu ulogu u razvoju aroma i mirisa vina. Kod čuvanja vina u barrique bačvi prije svega važna je priprema bačve, a potom i mikrobiološki aspekt, u kojemu mikroorganizmi imaju dominantnu ulogu. Odležavanjem vina odvijaju se procesi starenja vina, u kojima velik utjecaj imaju priprema bačvi, mikrobiološki aspekt te mikrooksidacija i oksidoredukcijski potencijal.

Ključne riječi: barrique bačve, zrenje, mikrooksidacija, oksidoredukcijski potencijal

BARRIQUE BARRELS IN WINE PRODUCTION

Marta Babić, 0113149487

Summary:

Barrique barrels are produced from the three most important types of oak, and the techniques used to achieve this are drying the wood and shaping the barrel, firing or toasting the barrel, and tying. Many processes take place during the ripening of wine, and the type of oak plays a key role in the development of aromas and smells of wine. When storing wine in a barrique barrel, first of all, the preparation of the barrel is important, and then the microbiological aspect, in which microorganisms play a dominant role. Aging of wine takes place the processes of wine aging, in which the preparation of barrels, the microbiological aspect and micro-oxygenation and oxidation-reduction potential have a great influence.

Key words: barrique barrels, ripening, micro-oxygenation, oxidation-reduction potential

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Povijesti i podrijetlo barrique bačve.....	4
2.2. Barrique bačve	4
2.3. Tehnologija proizvodnje barrique bačve.....	6
2.3.1. Materijali za proizvodnju barrique bačve.....	6
2.3.2. Sušenje drva i oblikovanje bačve.....	7
2.3.3. Paljenje (tostiranje) bačve	7
2.3.4. Okivanje.....	10
2.4. Utjecaj barrique bačve na arome vina	10
2.5. Čuvanje vina u barrique bačvi.....	18
2.5.1. Priprema barrique bačve	18
2.5.2. Mikrobiološki aspekt	19
2.5.3. Mikrooksigenacija i oksidoredukcijski potencijal.....	20
3. ZAKLJUČCI	22
4. LITERATURA	24

1. UVOD

Općepoznata je činjenica da se vino čuva u drvenim bačvama. Tema je ovoga rada uloga barrique bačve u proizvodnji vina, a cilj je rada približiti i upoznati čitatelja s barrique bačvama, tehnologijom proizvodnje vina u njima i čudesnim mikrobima koji pretvaraju voće u vino. Najveća je želja svakoga vinara proizvesti dobro vino, a do toga je cilja dug i ustrajan put. Trud u vinogradu uzaludan je ako se ne nastavi u podrumu. Za dobro vino nije dovoljno imati zdravo i kvalitetno grožđe, već i dovoljno znanja i vještina kako bi ga se moglo preraditi. Usto, vrlo je važna osnovna oprema i odgovarajući prostor te dobro znanje o postupcima prerade grožđa i o postupanju s vinom na njegovu putu do butelje. Za dobivanje kvalitetnih vina dandanas se najviše cijene drvene bačve. Bačve su se stoljećima koristile za čuvanje i odležavanje vina zbog svoje otpornosti i relativne nepropusnosti (Carpena, Pereira, Prieto i Simal-Gandara, 2020). Prema namjeni bačve služe za čuvanje (npr. vina u podrumu), u proizvodnji (npr. barrique vina) ili pak za transport (obično od 50 do 700 l), pa se takve s unutrašnje strane parafiniraju (za vino) ili smole (za pivo) (Sokolić, 2006). Na karakteristike vina, osim spojeva iz drva bačve, utječe i kisik koji prolazi kroz dužice bačva, stupanj paljenosti bačve i mikroorganizmi, a sve to pobliže će se razraditi u ovome radu.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijesti i podrijetlo barrique bačve

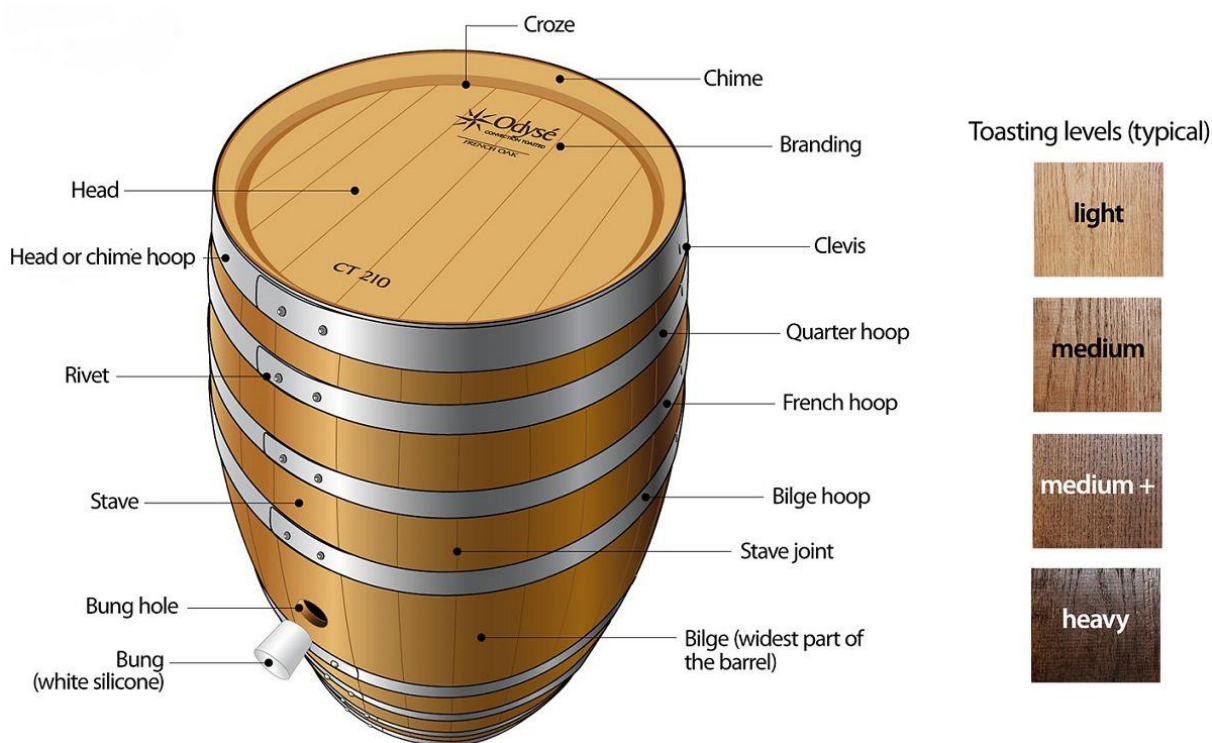
Drvene bačve imaju dugu povijest, a prvi puta spominju se tri tisuće godina prije Krista. Smatra se da vještina izrade bačvi u Hrvatskoj potječe iz praslavenskoga doba, a pod pojmom „bačvarstvo” podrazumijeva se izrada bačava i sličnoga posuđa. Na hrvatskim prostorima najstariji zapis o drvenim bačvama zapisao je rimski pisac Marko Anej Lukan u svojem epu *Pharsalia*, u kojemu opisuje bitku između Julija Cezara i Pompeja Velikoga. Bitka se dogodila 48. godine prije Krista i to na području Istre i Kvarnera te u epu Cezar naređuje da vojnici naprave splav od drvenih bačava povezanih lancima (Sokolić, 2006). Od 15. stoljeća raste proizvodnja i potrošnja vina, a s razvojem moderne znanosti i tehnologije industrijska proizvodnja vina danas je rasprostranjena širom svijeta (*Najstarija vina i najstarije vinarije*, 2019).

Barrique bačve izumljene su u francuskoj pokrajini Bordeaux u 17. stoljeću. U prošlosti vino je mjesecima putovalo u drvenim bačvama do Novoga svijeta, što znači da je primarna svrha bačve bila transport i skladištenje vina, dok se danas njihova svrha ograničava isključivo na dozrijevanju vina (Jackson, 2008, str. 134–165). U prošlosti su ljudi vjerovali da paljenje bačve loše utječe na vino, pa su namakali bačve lužinom i kiselom vodom kako bi spriječili djelovanje tanina iz drva na vino, međutim danas se smatra da barrique bačve imaju glavnu ulogu u proizvodnji vrhunskih vina koja su obogaćena raznim aromama i mirisima upravo zahvaljujući paljenju unutrašnjosti bačve.

2.2. Barrique bačve

Bačva je drvena posuda sastavljena od dužica i danica, odnosno od većega broja drvenih dijelova koje stežu drveni ili željezni obruči. Dužice čine sastavni dio plašta bačve, a danice čine dno bačve (**Slika 1**). Izrađuju se iz cijepana ili piljena bukova (za ulje), hrastova (za vino i pivo), jelova (za sir, ribu), dudova, jasenova (za rakiju), smrekova (uz ostale vrste drva za *aceto balsamico modenese*) i drugih vrsta drva. Zbog optimalne poroznosti i drugih svojstava u vinarstvu se oduvijek veoma cijenila slavonska hrastovina (Sokolić, 2006).

Barrique bačva vrsta je francuske bačve, a postoje dva tipa. Postoji bordoški tip bačve zapremnine 225 l i burgundski tip kapaciteta 228 l.



Slika 1 Dijelovi barrique bačve i stupnjevi paljenosti bačve ([Web 1](#))

Na najširem dijelu promjer barrique bačve iznosi 65 do 70 cm, a na najužem dijelu iznosi 54 do 57 cm. Masa prazne bačve kreće se između 45 i 55 kg, a njezina je dužina 90 cm (Blesić i sur., 2013). Arome koje će drvo dati vinu ovise o podrijetlu hrasta, načinu sušenja drva i tipu paljenja. Hrast koji se koristi za izradu bačve mora biti zdrav i zreo.



Slika 2 Barrique bačve ([Web 2](#))

2.3. Tehnologija proizvodnje barrique bačve

2.3.1. Materijali za proizvodnju barrique bačve

Za proizvodnju barrique bačve najznačajnije vrste hrasta su:

- bijeli hrast (američki hrast) – *Quercus alba L.*;
- hrast kitnjak (europski hrast) – *Quercus petraea L.*;
- hrast lužnjak (europski hrast) – *Quercus robur L.*

Osim hrasta u Europi se koristilo još drvo kestena i bagrema, ali te su vrste drva povučene iz proizvodnje zbog sve većega prelaska na materijale od inoksa. Isto tako, uvjeti u kojima drvo raste utječe na njegov kemijski sastav. U Francuskoj se najviše koriste spororastuće vrste hrasta, npr. *Quercus sessilis*, jer su one mekše za razliku od brzorastućih. Prema Ribéreau-Gayon i sur. (2006) Francuzi svoje bačve proizvode cijepanjem drva te kod takve vrste obrade trupca njegova iskoristivost je 25 %, dok je kod piljenja 50 %, što dodatno doprinosi većoj cijeni same bačve. Bijeli hrast karakterističan je za Sjedinjene Američke Države i definira ga niska koncentracija fenola i visoka koncentracija metil-oktalaktona, koji spada u aromatske tvari. Za Europu su karakteristični hrast lužnjak i hrast kitnjak. Hrast lužnjak ima visok sadržaj

ekstraktibilnih polifenola, a niski sadržaj hlapivih mirisnih sastojaka. Hrast kitnjak ima visoku koncentraciju aromatskih tvari, a nisku koncentraciju ekstraktibilnih elagotanina. Hrast je pogodan materijal za izradu bačve jer nema neugodnih mirisa koji bi mogli prijeći na vino. Porozne je strukture, što znači da propušta kisik i da se provodi blaga oksidacija koja je bitna za polimerizaciju antocijana i tanina. Na brzinu difuzije kisika utječe vrsta i porijeklo hrasta. Tako američki hrast za razliku od europskoga ima veći sadržak cis-laktone, koji ima značajnu ulogu u organoleptičkim svojstvima vina, ali zato američki hrast ima manju propusnost na kisik za razliku od francuskoga (Tao i sur., 2014). U proizvodnji barrique bačve u Hrvatskoj se koristi hrast starosti od 100 do 150 godina, dok u Francuskoj ta starost seže od 200 do 240 godina. Nije poželjno da se za izradu bačve koristi mlado drvo jer bi tanini mladoga drva, kada bi došli u doticaj s taninima iz crvenoga vina, dobili nepoželjne arome (Lucić, 2017, str. 37–48).

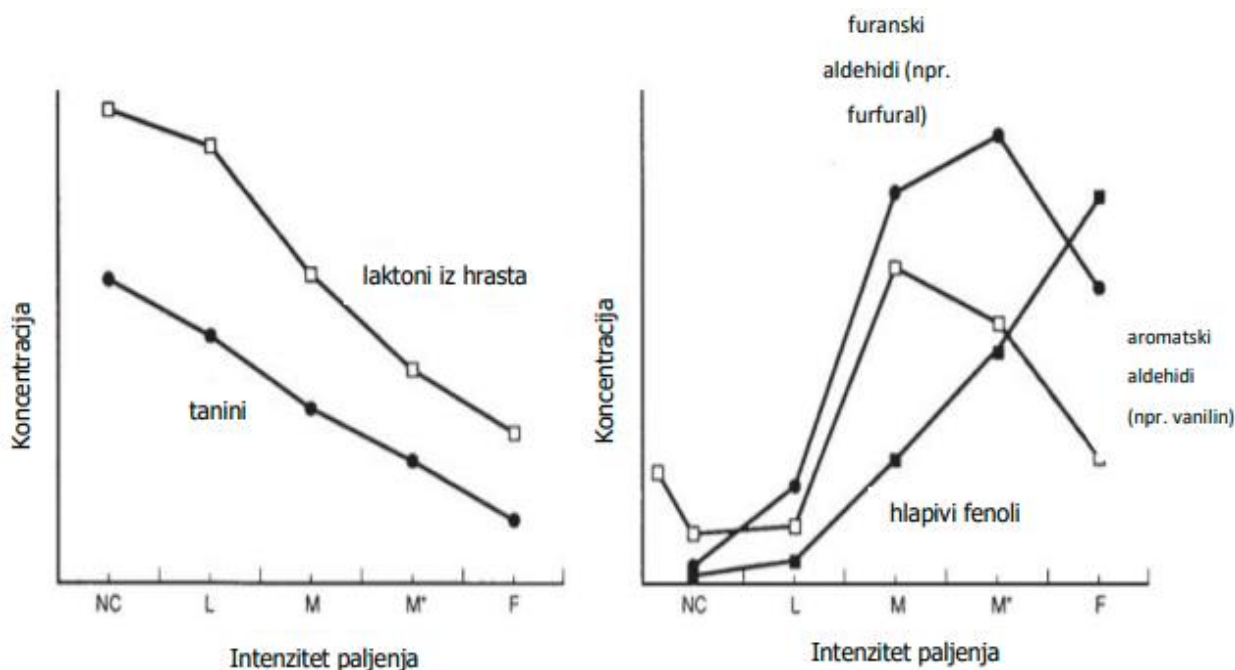
2.3.2. Sušenje drva i oblikovanje bačve

Drvo za proizvodnju bačve može se sušiti na prirodni i umjetni način te svaki od njih daje različite karakteristike drvu. Prirodno sušenje proces je koji traje dvije do tri godine na otvorenome prostoru pod utjecajem prirodnih uvjeta. Sušenje traje dugo jer je potrebno duže vrijeme kako bi drvo ispustilo višak taninâ koji se nalaze u prevelikoj koncentraciji u drvu, a opet su poželjni u odležavanju vina u bačvama (Jackson, 2008). Prema Luciću (2017) prirodno sušenje utječe na povećanje koncentracije aromatskih komponenti kao što su: cis i trans izomeri beta-metil-gama-oktalaktona, eugenola i raspadom lignina nastaje vanilin aldehyd. Umjetno sušenje vrši se u sušarama s ugrađenom ventilacijom na temperaturi 40 – 60 °C tijekom jednoga mjeseca. Takvo drvo ima povećanu koncentraciju tanina i kumarina, što daje gorak okus vinu te ima manji sadržaj poželjnih aromatskih tvari koje daju ugodan miris vinu, npr. metil-laktone, eugenola i aromatskoga aldehyd-vanilin. Nakon oblikovanja i izrade dužica sljedeći korak je slaganje plašta bačve. S unutarnje strane željeznoga obruča dužice se slažu u krug, bočno jedna uz drugu te se svaka od njih zašilji pri krajevima. Nakon što se navuku prva dva željezna obruča, kostur bačve izlaže se otvorenoj vatri i taj se proces naziva paljenje plašta (Kolagjera, 2020).

2.3.3. Paljenje (tostiranje) bačve

Paljenje bačve omogućuje lakše savijanje dužica i postizanje karakteristične forme bačve. Istodobno se provodi piroliza hemiceluloze, lignina i tanina. Piroliza je proces toplinske razgradnje u kojemu se organski materijal pri visokim temperaturama i sniženome udjelu kisika

razgrađuje (Hrvatska enciklopedija, 2024, s.v. „piroliza“). Pirolizom lignina nastaju fenoli i njihovi aldehidi, koji imaju dimne, aromatične i začinske karakteristike mirisa. Termičkom razgradnjom hemiceluloze nastaje furfural, koji daje arome badema, oraha i kruha. Postoje tri stupnja paljenja, a to su lagano, srednje i jako paljena bačva.



Slika 3 Ovisnost stupnja paljenja bačve o koncentraciji tvari sadržane u bačvi hrasta *Quercus sessilis* (Jackson, 2008, str. 460)

NC – nije paljeno; L – lagano paljenje; M – srednje paljenje; M⁺ – srednje jako paljenje; F – jako paljenje

Vrste paljenja prema Ribéreau-Gayon (2006, str. 437):

- Lagano paljenje provodi se oko 5 minuta, a visina temperature se kreće između 120 i 180 °C. Takve bačve imaju puno tanina, ali malo pirolitičkih nusprodukata te daju mali aromatski karakter vinu. Ovo paljenje unosi note poput svježeg drvenastog arome, vanilije i blagih začina.
- Srednje paljenje provodi se 10 minuta na temperaturi 200 °C te drvu daje prženi karakter karamela, tosta i umjerenih začina te note vanilije za koje su zaslužni aromatski aldehidi.
- Jako paljenje provodi se više od 15 minuta na temperaturi od 230 °C, čime vino dobiva intenzivne okuse poput kave, čokolade, aromatičnih začina i dimnu aromu, za koju su zaslužni topljivi fenoli nastali paljenjem.

Tablica 1 Temperature paljenja bačve (Gracin, bez datuma, str. 6) ([Web 3](#))

JAKO		SREDNJE		LAGANO	
Vrijeme (min)	Temperatura (°C)	Vrijeme (min)	Temperatura (°C)	Vrijeme (min)	Temperatura (°C)
0	100	0	100	0	100
5	120	5	120	5	124
10	125	10	125	10	123
15	125	15	125	15	130
20	135	20	135	20	130
25	150	25	150		
30	150	30	150		
35	160				
40	170				

Kako se bačva obrađuje od laganoga prema jakome paljenju, tako aroma drva postaje složenija. Različit način paljenja različito utječe na sastav fenola i na svojstva koja će bačva prenijeti na vino. O stupnju paljenja ovisi i količina oslobođenih polifenola, laktona i aldehida. Jakim paljenjem dobiva se miris na kokos zahvaljujući metil-oktalaktonu.



Slika 4 Paljenje barrique bačve ([Web 4](#))

2.3.4. Okivanje

Prema Luciću (2017), nakon tretiranja bačve paljenjem obruči se navlače strojno ili ručno te oni nisu pravilni, nego su izrađeni pod malim kutom kako bi se lakše navukli na bačvu. Ako dužice nisu dobro izrađene i ako bačva nije dobro sastavljena, s vanjske su strane vidljivi mjehurići. Poslije okivanja u bačvu se ulije oko 20 litara vode i upuhuje zrak pod tlakom od 1 do 2 bara. Ako bačva prođe testiranje, spremna je za prodaju i upotrebu.



Slika 5 Navlačenje obruča ([Web 5](#))

2.4. Utjecaj barrique bačve na arome vina

Fermentacija ili vrenje proces je u kojemu šećer iz mošta prelazi u alkohol uz oslobađanje ugljikova dioksida i uz stvaranje nekih drugih tvari, od kojih u najvećoj mjeri nastaje glicerol (Licul i Premužić, 1982). Fermentacija soka od grožđa dodatno se olakšava ako se grožđe najprije zgnječi. Drobljenje oslobađa i miješa sok s kvascima na kožici grožđa i opremom namijenjenom za drobljenje. Iako je vrenje u kvascu brže u dodiru s malim količinama kisika, stalna izloženost zraku pogoduje rastu širokog niza kvasaca i bakterija (Jackson, 2008). Svi procesi koji se odvijaju nakon završetka vrenja, a dovode do čišćenja, bistrenja te izgradnje okusa i mirisa vina nazivaju se dozrijevanjem vina (Licul i Premužić, 1982). Korištenje bačava omogućuje odvajanje sedimenata iz vina, osigurava tanine, omogućuje oksigenaciju i stabilizira boju (Carpina i sur., 2020). Prema Ribéreau-Gayon i sur. (2006), dok crvena vina odležavaju

u barrique bačvi, odvijaju se procesi između tanina iz vina i drva, kao što su kondenzacija i polimerizacija tanina i antocijana te oksidacija tanina, koja ih zaobljuje, kao i nastajanje kompleksa tanin-polisaharid-protein. U prisustvu etanola taninsko-antocijanski kompleks omekšava vino i stabilizira boju. Njihov omjer trebao bi biti 1,5 – 2 g/l tanina : 0,5 g/l antocijana. Drvo mora u malim količinama ispuštati ekstrahirane fenolne sastojke bez da pojačava tvrdoću, trpkost i miris vina. Aromatski sastojci koji se ekstrahiraju iz drva mogu se podijeliti na furane, laktone, fenole i fenolne aldehide (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Furani

Furani su spojevi koji se dobivaju razgradnjom šećera te daju miris na pržene lješnjake i bademe. Neki od njih su metil-piranon i piranon. Termičkom degradacijom hemiceluloze nastaje furfural.

Laktone

Cis- i trans-hrastov lakton jedni su od najvažnijih aromatskih spojeva koji su zaslužni za arome vanilije i kokosa. Puno ime spoja glasi cis(trans)-beta-metil-gama-oktalakton. Jačina paljenja znatno utječe na stupanj njihove ekstrakcije, stoga je kod jakoga paljenja usporenija ekstrakcija laktone, što se odražava na slabiju aromu vina. Visoka koncentracija cis-laktone daje aromu kokosa, a mala koncentracija daje aromu koja podsjeća na sirovo drvo.

Fenolni aldehidi

Pirolizom lignina nastaju fenolni aldehidi koji vinu daju note vanilije. Najznačajniji su siringaldehid i vanilin, čije je puno ime 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehid. Vanilin se može ekstrahirati iz nepaljenoga drva, a u još većim koncentracijama može se ekstrahirati iz jako paljenoga drva. On je glavni nositelj arome vinâ koja su odležana u barrique bačvama. Tijekom fermentacije njegov se udio može smanjiti jer ga kvasci prevode u vanilin alkohol, koji nema mirisa. Srednje paljene bačve imaju najbolji utjecaj na vino s aspekta vanilina, dok kod jako paljenih bačava njegova koncentracija opada. Lignin u drvetu zauzima 5 do 35 % suhe tvari i građen je od triju jedinica: guaiakila, syringila i p-hidroksifenola. Kada vino stari u barrique bačvi, dolazi do razgradnje guaiakila, iz kojega se formiraju fenolni aldehidi kao što su vanilin i vanilinska kiselina te koniferalaldehid, koji su zaslužni za sladak okus arome vanilije. Osim

guaiakila razgrađuje se i syringil, iz kojega se formiraju sinapaldehid, siringaldehid i siringinska kiselina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Fenolne kiseline

Prema Ribéreau-Gayon i sur. (2006), fenolne se kiseline u prisutnosti bakterija i kvasca prevode u guaiakol, vinil-4-guaiakol i etil-4-fenol. 4-metilguaiakol i guaiakol svrstavaju se u hlapljive fenole. Guaiakol vinu daje dimne arome, a 4-metilguaiakol uz aromu dima daje i aromu začina. Ti se spojevi najviše formiraju iz lignina u procesu paljenja bačve, pa su oni ujedno i indikatori jačine paljenja. Eugenol i iso eugenol najvažnije su aromatske komponente klinčića koje se nalaze u sirovome drvu, a tijekom sušenja drva njihov se udio povećava. Njihova koncentracija u vinu ovisi o jačini paljenja dužica te daje arome klinčića. Celuloza nema veliku ulogu u aromi vina odležanoga u barrique bačvama, no neka znanstvena istraživanja pokazala su da bakterije formiraju celobiozu razgradnjom glukozidnih jedinica. Celobiozu mogu metabolizirati kvasci roda *Brettanomyces* te time nastaju negativne arome. Hemiaceluloza je dvodimenzionalni polimer građen od glukoze, galaktoze, ramoze, arabinoze, manoze i ksiloze. Paljenjem dolazi do formiranja hidroksimetil furfurala i furfurala, koji daju vinu note karamele i badema.

Elagotanini

Elagotanini su vrsta tanina koji se nalaze u određenim biljkama poput hrastova drva, koje se koristi u izradi bačava u vinarstvu. Ime su dobili po elaginskoj kiselini, koja im je glavna strukturna komponenta. Predstavljaju nehlapive komponente hrastovine. Na početku čuvanja vina u barrique bačvi oslobađaju se u velikim količinama, a već nakon tri mjeseca njihov sadržaj zastupljen je između 30 i 60 mg/l. Procesom oksidacije ili hidrolize prelaze u stabilnu elagovu kiselinu, koja je analitički dokaz dozrijevanja vina u barrique bačvi (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

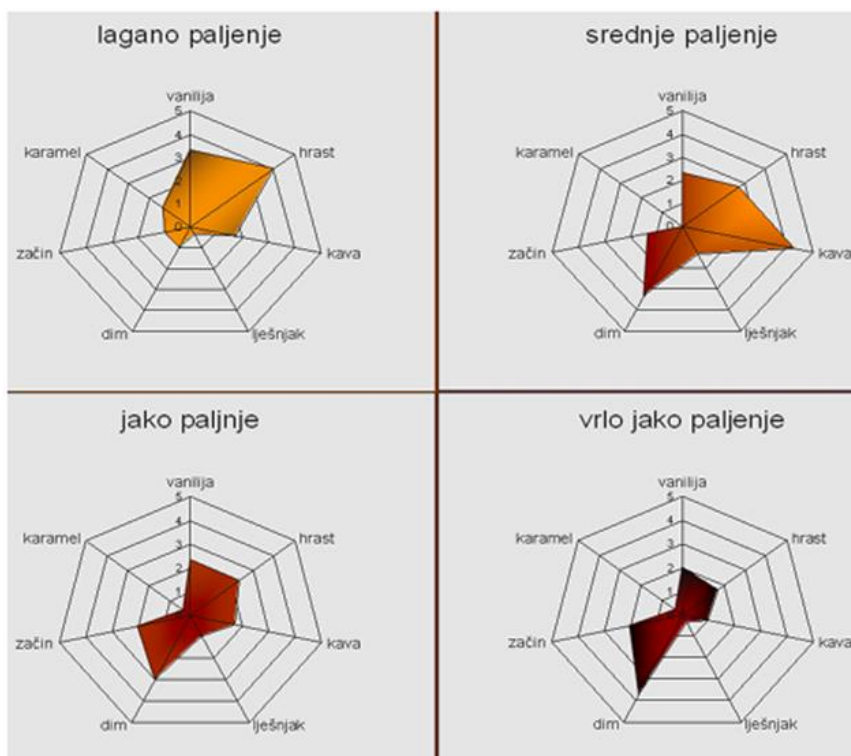
Elagitonini su vodotopivi tanini koji se nalaze u hrastovini te puno lakše oksidiraju od onih koji su prisutni u vinu jer prvi iskoriste kisik, zbog čega štite ostale sastojke u vinu. Na taj način reguliraju oksidoredukcijske reakcije u vinu jer svojom prisutnošću utječu na polagano napredovanje fenolne strukture. Slična nasilna oksidacija u spremnicima s prisutnom jakom aeracijom ne daje iste rezultate. Ono što vinu daje osjećaj punoće i znatno smanjuje astringenciju tanina jesu polisaharidi, koji se nalaze na prijelazu između vina i drva te polako prelaze u topivi

oblik. Ovisno o poroznosti drva, u godinu dana iz bačve se u vino ekstrahira između 50 i 150 mg/l elagitonina.

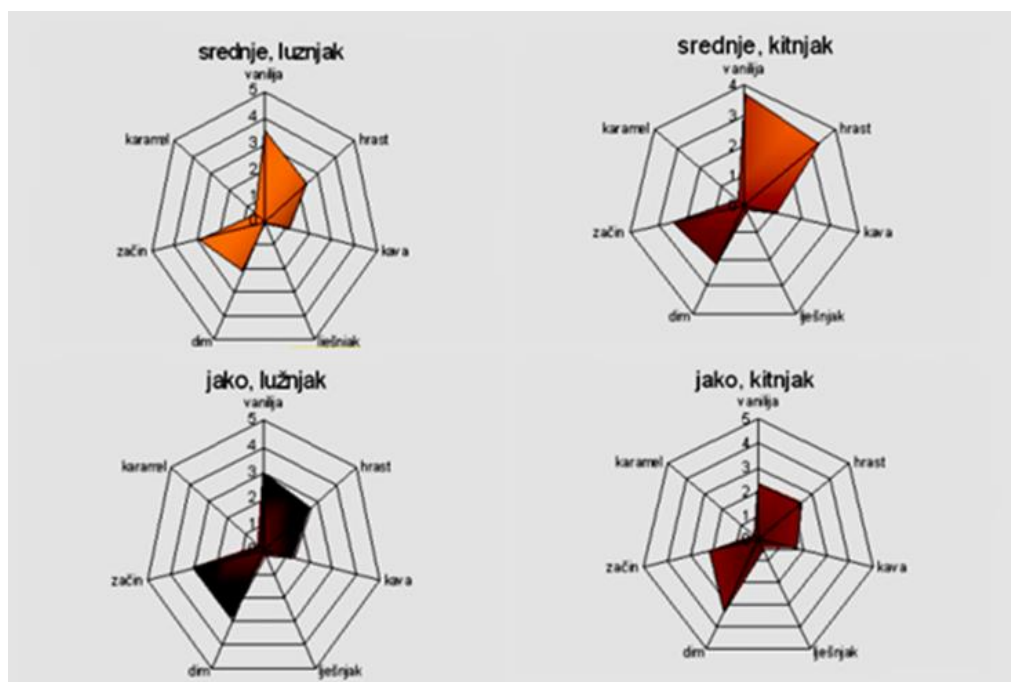
Tipovi *barrique* bačava, ovisno o aromatskome potencijalu, mogu se poredati na sljedeći način: *Allier*, *Tronçais*, *Vosges*, *Nevers* i *Limousin*. Prema poroznosti drva *Tronçais* je nakompaktniji, a *Limousin* najporozniji. *Quercus sessilis* bogatiji je u eugenolu i laktonima od ostalih vrsta, dok je *Nevers* bogatiji sadržajem eugenola i laktona od *Allier*, a *Allier* je bogatiji vanilinom (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Tablica 2 Spojevi iz drva i arome koje daju vinu (Tarko, Krankowski i Duda-Chodak, 2023, str. 4)

IME SPOJA	MIRIS	OLFAKTIVNI PRAG
HLAPIVI FENOLI		
guaiakol	dim, slatko	9,5 µg/l
4-etilguaiakol	fenolni, dimljeni, koža	47 µg/l
4-metilguaiakol	pikantno, fenolni	20 µg/l
4-vinilguaiakol	klinčić	40 µg/l
eugenol	cimet, ljuto, med, klinčić	6 µg/l
isoeugenol	drvo, klinčić, cvijet	6 µg/l
syringil	dim, drvo, spaljeno	570 µg/l
FURANI		
furfural	kruh, slatko, badem	15 µg/l
5-metilfurfural	slatko, karamela, badem, pregoreno	16µg/l
5-hidroksi-metil- furfural	karamela	100 µg/l
LAKTONI		
trans-beta-metil-gama-oktalakton	vanilija, kokos, drvo	140 – 370 µg/l
cis-beta-metil-gama-oktalakton	vanilija, kokos, drvo	20 – 46 µg/l
FENOLNI ALDEHIDI I KETONI		
vanilin	vanilija	1 mg/l
siringaldehid	vanilija	50 mg/l
acetovanilin	vanilija	1 mg/l



Slika 6 Senzorske karakteristike vina Modro jezero nakon šest mjeseci odležavanja u barrique bačvama izrađenima od hrasta kitnjaka (Gracin, bez datuma, str. 7) ([Web 6](#))



Slika 7 Senzorske karakteristike vina Plavac mali nakon godinu dana odležavanja u barrique bačvama izrađenima od hrasta lužnjaka i kitnjaka (Gracin, bez datuma, str. 8) ([Web 7](#))

S pomoću senzorske deskriptivne analize uspoređene su senzorske karakteristike vina koja su odležana u lagano, srednje i jako paljenim barrique bačvama hrasta kitnjaka i hrasta lužnjaka. Vina posjeduju dobru harmoniju aroma barriqua i sorte vinove loze. Različit intenzitet paljenja bačve dovodi do razvoja raznolikih mirisa koji oplemenjuju vino. Prema podacima sa **Slike 8** i **Slike 9**, može se vidjeti da vina koja su odležana u lagano paljenim barrique bačvama poprimaju aromu vanilije i hrasta, ali i aromu kokosa koja potječe iz laktona. Vina koja su odležana u srednje paljenim bačvama imaju aromu kave. Srednje paljene bačve od svih imaju najveći utjecaj na arome vina tijekom odležavanja. Začinske i dimne arome proizlaze iz jako paljenih bačava. Razlika u doprinosu aroma vina između hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka minimalna je, ali je uočeno da hrast lužnjak daje nešto veću aromu vanilije i začina.

Tablica 3 Variranje u koncentracijama hlapivih spojeva (izraženo u µg/l) u vinima Cabernet Sauvignon, Merlot i Petite Verdot dozrijevanih u srednje paljenim bačvama kroz 9 mjeseci (Jerome i sur., 2017, str. 24)

SPOJ (µg/L)/Compound	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV
	1 mjesec/1 month			3 mjeseca/3 months			6 mjeseci/6 months			9 mjeseci/9 months		
Hrastovi laktoni/oak lactones												
<i>cis</i> -hrastov lakton/ <i>cis</i> -oak lactone	120,25	94,64	138,08	149,68	102,34	151,42	154,78	120,56	153,92	158,72	122,04	156,94
<i>trans</i> -hrastov lakton/ <i>trans</i> -oak lactone	90,54	70,23	57,29	101,76	74,73	82,22	133,90	96,78	111,37	139,76	112,90	128,45
Hlapivi fenoli/volatile phenols												
Gvajakol/guaiacol	7,22	8,64	10,33	8,54	6,77	11,65	8,60	6,81	11,60	8,70	6,81	11,63
Eugenol/eugenol	24,05	22,39	20,04	24,09	22,91	20,11	25,09	24,27	20,62	25,24	24,40	21,11
4-etilgvajakol/4-ethyl guaiacol	19,33	21,77	30,19	19,58	23,15	30,71	74,96	48,88	35,32	78,20	50,33	37,74
4-etilfenol/4-ethyl phenol	110,32	70,59	105,13	113,81	72,75	108,66	182,03	164,92	110,99	185,40	163,97	113,74
Fenolni aldehidi/Phenolic aldehydes												
Vanilin/vanillin	343,79	300,89	277,61	352,94	321,11	288,75	360,11	333,78	291,24	364,12	334,23	298,34
Laktoni/lactones												
γ-butirolakton/γ-butyrolactone	240,62	265,39	318,28	259,11	268,19	320,77	275,49	277,63	325,43	275,80	291,82	335,61
γ-heksalakton/γ-hexalactone	5,12	4,78	5,01	7,70	7,16	7,19	7,79	7,22	6,44	8,17	7,75	7,09
γ-oktalakton/γ-octalactone	1,25	1,13	1,40	1,39	1,16	1,52	1,40	1,16	1,28	1,44	1,17	1,22
γ-nonalakton/γ-nonolactone	8,98	3,80	6,95	9,81	4,73	7,35	10,65	5,54	7,71	11,40	5,96	7,65
γ-dekalakton/γ-decalactone	7,57	2,52	3,68	7,73	2,56	3,70	8,69	2,59	3,69	8,72	2,94	3,72
δ-dekalakton/δ-decalactone	2,79	2,20	2,28	2,81	2,38	2,24	2,90	2,40	2,19	2,99	5,33	2,16
γ-undekalakton/γ-undecalactone	1,26	0,04	1,49	1,38	0,04	1,50	1,54	0,04	1,47	1,67	0,04	1,53

CS – Cabernet Sauvignon; M – Merlot; PV – Petite Verdot

Tablica 4 Variranje u koncentracijama hlapivih spojeva (izraženo u $\mu\text{g/l}$) u vinima Cabernet Sauvignon, Merlot i Petite Verdot dozrijevanih u jako paljenim bačvama kroz 9 mjeseci (Jeromel i sur., 2017, str. 23)

SPOJ ($\mu\text{g/L}$)/Compound	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV
Hrastovi laktoni/oak lactones	1 mjesec/1 month			3 mjeseca/3 months			6 mjeseci/6 months			9 mjeseci/9 months		
<i>cis</i> -hrastov lakton/ <i>cis</i> -oak lactone	144,66	80,09	147,17	149,10	80,72	151,52	160,12	119,24	162,37	166,15	136,93	173,61
<i>trans</i> -hrastov lakton/ <i>trans</i> -oak lactone	97,72	76,10	39,98	98,38	77,41	80,02	98,46	83,88	93,26	99,65	84,01	102,12
Hlapivi fenoli/volatile phenols												
Gvajakol/guaiacol	17,28	17,63	20,46	20,06	20,84	22,38	20,90	20,01	22,40	20,80	20,01	22,40
Eugenol/eugenol	14,06	12,42	12,05	14,07	12,49	13,06	14,42	13,39	13,06	14,78	14,40	13,70
4-etilgvajakol/4-ethyl guaiacol	19,16	21,53	30,40	19,35	22,85	30,41	50,32	47,64	32,27	52,33	49,79	39,12
4-etilfenol/4-ethyl phenol	124,61	72,38	105,93	128,81	72,27	106,44	183,98	149,16	113,01	193,42	149,61	115,06
Fenolni aldehidi/Phenolic aldehydes												
Vanilin/vanillin	384,30	375,44	345,68	390,48	392,82	365,14	395,92	398,28	375,76	396,34	394,32	380,76
Laktoni/lactones												
γ -butirolakton/ γ -butyrolactone	243,90	266,08	295,21	253,76	267,17	302,29	270,55	269,61	322,28	287,19	291,82	332,38
γ -heksalakton/ γ -hexalactone	4,97	6,27	5,63	6,82	6,99	6,35	6,18	7,15	6,44	6,06	3,15	6,82
γ -oktalakton/ γ -octalactone	1,34	1,09	0,57	1,39	1,19	1,13	1,46	1,20	1,15	1,49	1,19	1,14
γ -nonalakton/ γ -nonalactone	10,35	4,31	7,69	11,18	4,56	7,71	11,38	4,70	7,81	11,85	4,72	7,94
γ -dekalakton/ γ -decalactone	4,04	3,03	2,11	4,58	3,68	2,90	4,54	3,80	2,90	4,62	3,78	3,00
δ -dekalakton/ δ -decalactone	1,94	2,19	2,11	1,92	2,22	2,10	1,89	2,34	2,19	2,96	5,87	2,22
γ -undekalakton/ γ -undecalactone	0,72	0,04	0,64	0,81	0,05	0,83	3,11	0,15	0,83	3,14	0,14	0,23

CS – Cabernet Sauvignon; M – Merlot; PV – Petite Verdot

Analizom različitih sorti vina iz **Tablica 3** i **Tablica 4** može se vidjeti ekstrakcija različitih spojeva tijekom odležavanja vina u barrique bačvama. Paljenjem bačve dolazi do termogradacije lignina i nastaje gvaiakol i eugenol, koji spadaju u skupinu hlapivih fenola. Tijekom dozrijevanja vina u barriqueu njihova se koncentracija postupno povećava i vino poprima arome vanilije te dimne i začinske arome. Razlika u utjecaju jačine paljenja bačve na vino može se uočiti kod razlike u koncentraciji eugenola i gvaiakola. Eugenola ima najviše u vinu koje je dozrijevalo u srednje paljenim bačvama, dok je gvaiakol zastupljeniji u vinima jače paljenih bačava. Jako paljene bačve pozitivno utječu na stvaranje fenolnih alkohola, ali mogu uzrokovati smanjenje koncentracije neke tvari poput eugenola, pošto je on jako hlapiv spoj. Također, sorta vinove loze ima veliku ulogu u sintezi spojeva u vinu. Koncentracija etil-fenola, p-kumarinske kiseline i ferulinske kiseline ovise o sorti. Iz priloženih rezultata analize razvidno je da su gama-butirolakton i gama-nonalakton najzastupljeniji laktoni. Gama-butirolakton nastaje alkoholnom fermentacijom i paljenjem bačve. Gama-nonalakton daje vinu voćne i kokosove note te također nastaje ekstrakcijom iz drva.

2.5. Čuvanje vina u barrique bačvi

U današnje vrijeme većina vina predviđena je za upotrebu godinu dana od proizvodnje, no treba naglasiti kako i vino ima svoj životni vijek. Smatra se da se 5 % svjetskih vina poboljšava nakon nekoliko godina u podrumu, a kako bi vino razvilo svoj puni potencijal, potrebno je od tri do nekoliko desetaka godina. Prilikom skladištenja vina koje treba odležati da bi sazrelo potrebno je obratiti pozornost na temperaturu, vlažnost i svjetlost. Idealno mjesto za to jesu hladne i suhe prostorije koje zadržavaju što konstantniju temperaturu, najbolje u rasponu od 10 do 14 °C. Promjenjiva temperatura šteti kvaliteti vina: preniske temperature zimi sprečavaju normalan razvoj vina, a previsoke ljetne temperature utječu na razvoj raznih štetnih mikroorganizama, koji mogu dovesti do bolesti vina (Licul i Premužić, 1982). Usto, bitno je i održavanje vlage zraka u podrumu. Relativna vlaga ne smije prijeći 70 – 80 % jer se u jako vlažnim podrumima lako razvijaju plijesni na bačvama i ostaloj opremi, dok u presuhim podrumima dolazi do velikoga ishlapa vina i jakoga rasušivanja praznih bačava. Vino je iznimno osjetljivo na mirise i lako ih poprima, stoga se u prostor u kojemu je vino smije pospremati ili skladištiti ljudska ili stočna hrana te materijal poput petroleja, ulja, sredstava za prskanje i sličnoga (Licul i Premužić, 1982). Važno je da je zrak u podrumu čist, bez stranih mirisa, uz osigurano prozračivanje, odnosno ventilaciju podruma. Osim čistoga zraka potreban je i čist podrum, po mogućnosti betoniran i s pristupom tekućoj vodi kako bi se omogućilo pranje podruma i opreme koja je u doticaju s vinom. Jedanput godišnje preporučuje se obijeliti podrumske zidove i strop.

2.5.1. Priprema barrique bačve

Drvene bačve imaju svoje prednosti i nedostatke koje je potrebno znati kako bi se dobilo što kvalitetnije vino. U prednosti spadaju poroznost, koja omogućuje izgradnju i dozrijevanje vina, i laka prenosivost, što znači da se veće bačve mogu rastaviti i prenijeti u druge podrumne. Nedostaci su ograničena trajnost od 25 do 50 godina (rjeđe do 100 godina), ovisno o vrsti drva; velika njega, jer u suprotnome bačve mogu postati izvor raznih bolesti i mana vina; ishlap vina, koji je u drvenim bačvama veći, pa ih je potrebno ovinjavati.

Prema Ribéreau-Gayonu i sur. (2006), kod pripreme nove barrique bačve potrebno je izbjegavati sumporenje na suho i upotrebu bilo kakvih kemijskih proizvoda. Poželjno je dolijevati vodu na dno hladnom (još bolje toplom) vodom te često sumporiti i nakon pražnjenja kako bi se izbjegla pojava plijesni. Najbolji postupak prilikom pripreme jest osam dana prije punjenja bačvu isprati s 20 litara hladne vode i držati je jedan sat na svakome dnu, uz dodatak

5 grama metabisulfitu po barrique bačvi. Ispiranje je potrebno nastaviti, a večer prije punjenja bačva se ispiru vinom, ulijeva se 20 litara vode zagrijane na 100 °C i potom se kotrlja. Jedan sat drži na jednome, a potom dva sata na drugome dnu te se u konačnici voda isprazni.

Ako su prazne više od tri mjeseca, najbolji način pripreme starih, odnosno rabljenih bačvi jest da se napune tri do četiri dana hladnom vodom. Sve bačve koje imaju miris hlapivih fenola, odnosno one koje su zaražene kvascima *Brettanomyces* i slično, potrebno je odstraniti. U slučaju da je bačva korištena za vrenje mošta, potrebno je napraviti isti postupak, čak i ako je kratko prazna, da bi se uklonio sumporov dioksid. Ako se puni vinom, tada vodu treba sumporiti s 4 g/hl (grama po hektolitru) sumporova dioksida. Sumporenje se ne bi smjelo koristiti nakon pražnjenja i prije punjenja s vinom.

2.5.2. Mikrobiološki aspekt

Oksidoredukcijski potencijal varira ovisno o metabolizmu mikroorganizama kod vinifikacije vina. Jabučna kiselina sporije se razlaže u barrique bačvama za razliku od drugih materijala za čuvanje vina. Udio hlapive kiseline, kao što je sumporna kiselina, viši je, a raspon se kreće od 0,04 do 0,1 g/l. Također, u barrique bačvama slabija je aktivnost malolaktičkih bakterija, što rezultira sporijom malolaktičkom fermentacijom. Vino odležalo u barrique bačvama sadrži veću zastupljenost bakterija nego vino čuvano u inoks bačvama, ali sastojci koji se nalaze u drvu hrasta usporavaju njihovu aktivnost. Elagitonini iz hrastova drva imaju negativan efekt na *Leuconostoc oenos*. Kisik ima ključnu ulogu u razmnožavanju bakterija, što utječe na viši oksidoredukcijski potencijal. Prirodna populacija bakterija povećava se svakim pretakanjem unatoč istovremenom dodavanju sumporova dioksida za sprečavanje oksidacije vina.

Hrastove bačve, osim što su skupe jer ih je potrebno nakon nekoga vremena zamijeniti, potrebno je pravilno održavati te vinarije moraju posebnu pozornost obratiti na smještaj bačvi. Bačve zauzimaju mnogo mjesta, stoga mora biti dovoljno prostora za njihov smještaj zbog mogućih mikrobioloških kontaminacija. Prema NN 32/19, čl. 13 vino ne smije biti na tržištu ako je nepovoljno promijenjeno zbog utjecaja mikroorganizama (bolesno vino) i/ili kemijskih ili fizikalnih postupaka ili preuzimanja vinu stranih tvari te nedostatka ili prekomjernosti elementa vina značajnoga za udovoljavanje uvjeta u pogledu organoleptičkih svojstva (vino s manom).

Razvoj kvasca *Brettanomyces* najčešći je problem kod čuvanja vina u barrique bačvama. Karakterističan je po maloj osjetljivosti na sumporni dioksid, sveprisutan je i nastanjuje se u

bačvama prilikom pretoka i nadolijevanja. Na njegovu koncentraciju najviše utječe starost drva. Primjer toga je kvasac iz roda *Brettanomyces Dekkera*. On stvara etilfenole čija je zastupljenost veća u vinu koje odležava u starijim bačvama, što rezultira lošim utjecajem na kvalitetu vina. Osim toga tako kontaminiranu bačvu teško je vratiti u prvobitno stanje, a kontrola ovoga kvasca zahtjevan je proces koji zahtijeva više od obične dezinfekcije podruma i opreme.

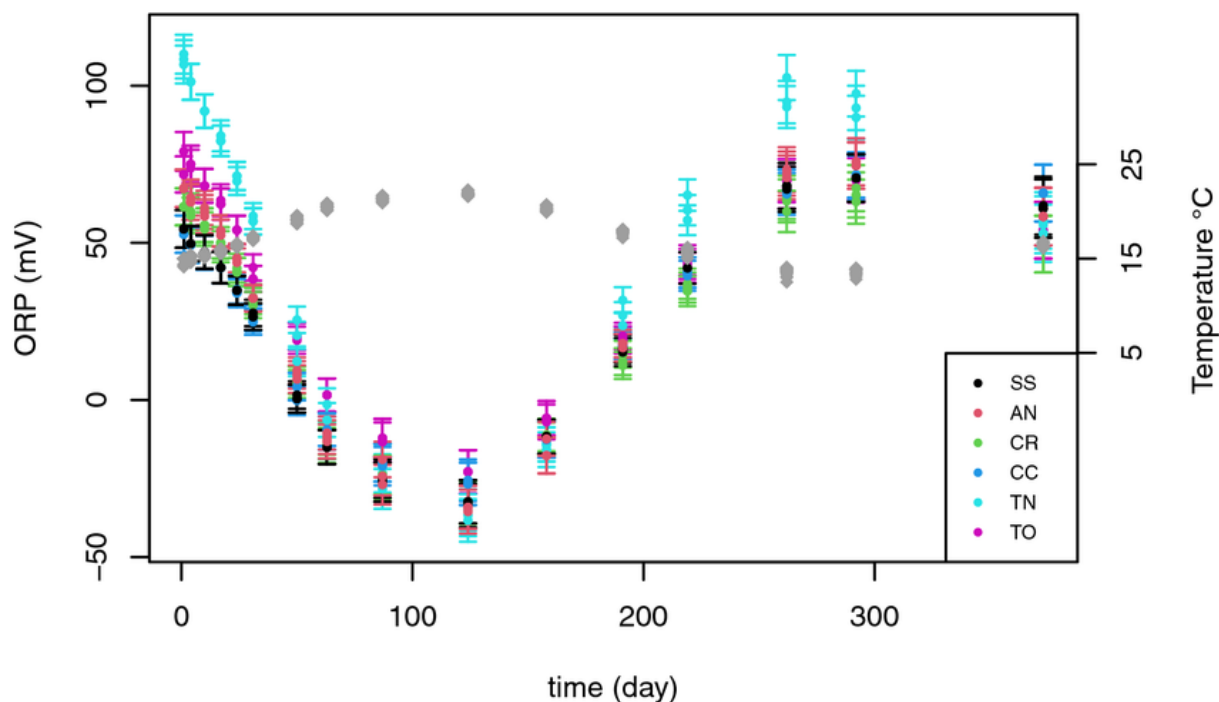


Slika 8 *Brettanomyces* na agaru ([Web 8](#))

2.5.3. Mikrooksigenacija i oksidoredukcijski potencijal

Mikrooksigenacija je kontinuirani proces prolaska malih količina kisika u vino kroz drvo dužice bačve, čiji je cilj poboljšanje kakvoće vina. Količina kisika što prolazi kroz bačvu iznosi između 0,3 i 0,5 mg/l. Ta tehnika razvijena je devedesetih godina u Francuskoj, a može se odvijati prirodnim putem ili umjetno s pomoću posebne opreme. Kisik ima važnu ulogu u fermentaciji vina i njegovu starenju, a i povoljno utječe na vina bogata taninom. Cilj provođenja mikrooksigenacije jest omekšanje tanina, što čini vino pitkijim, stabilizira boje crvenih vina i potiče razvoj okusa i arome (Bekavac, 2019). Pokusi s mikrooksigenacijom pokazali su da mlada crvena vina koja podliježu tomu procesu tijekom starenja imaju smanjenu osjetljivost na oksidaciju (Bekavac, 2019). Mikrooksigenacija direktno utječe na oksidoredukcijski potencijal vina (Paleka, 2010). Prema Ribéreau-Gayon (2006), oksidoredukcijski potencijal (ORP) mjera je sposobnosti vina da djeluje kao oksidans ili kao reducens. Dodavanjem kisika kroz

mikrooksigenaciju povećava se i oksidoredukcijski potencijal, što može biti korisno u razvoju određenih aroma. Previsok oksidoredukcijski potencijal može dovesti do neželjene oksidacije, dok prenizak ORP može izazvati miris sumporovih spojeva zbog redukcijskih promjena. Oksidoredukcijski potencijal kreće se u rasponu 250 – 350 mV (milivolta). Svaka radnja s vinom na zraku povećava ORP od 100 mV. ORP je veći kod novih bačava, dok je kod starijih bačava manji jer su pore djelomično začepljene (Vivas, 1999).



Slika 9 Ovisnost OPR-a vina o vremenu, izmjereno u različitim spremnicima ([Web 9](#))

SS – spremnik od nehrđajućega čelika; AN – amfora od sirove zemlje; CR – nepremazan betonski spremnik; CC – obložen betonski spremnik; TN – nova hrastova bačva; TO – rabljena hrastova bačva

3. ZAKLJUČCI

- Barrique bačva aktivna je vrsta posude u procesu proizvodnje vina jer daje specifične okuse i arome poput vanilije, dima, karamel, začine poput klinčića i cimeta te ponekad i note kokosova oraha.
- Hrastovo drvo sadrži spojeve poput tanina, vanilina i lignina koji se otapaju u vinu u procesu odležavanja. Osim utjecaja na okus i aromu barrique bačva utječe i na strukturu i teksturu vina.
- Proces odležavanja vrlo je bitan u procesu proizvodnje vina jer izaziva značajne promjene u kemijskome i aromatskome profilu vina te je stoga odgovoran za proizvodnju visokokvalitetnih vina.
- Mikrooksigencija ima veliku ulogu u dozrijevanju vina jer migracija kisika kroz dužice bačve stabilizira boju, jača crvenu boju vina, poboljšava okus i miris, uklanja neželjene mirise te omekšava trpke tanine.
- Odležavanje vina u bačvi zahtjevan je proces jer se malom nepažnjom i neznanjem lako može prouzročiti razvoj neželjenih mikroorganizama, primjerice kvasca *Brettanomyces*, i tako nepovratno uništiti vino.
- Korištenje barrique bačve ima i nedostataka kao što su kraći rok trajanja vina, dugotrajan proces proizvodnje i velik trošak.

4. LITERATURA

- Bekavac, T. (2019) 'Utjecaj mikrooksigenacije na senzorske karakteristike vina'. Završni rad. Prehrambeno-biotehnološki fakultet u Zagrebu.
- Blesić, M., Mijatović, D., Radić, G. i Blesić, S. (2013) 'Praktično vinogradarstvo i vinarstvo'. Sarajevo: Catholic Relief Services.
- Carpena, M., Pereira, A. G., Prieto, M. A. i Simal-Gandara, J. (2020). 'Wine aging technology: Fundamental role of wood barrels', *Foods*, 9(9), 1160.
- Gracin, L. (bez datuma). 'Upotreba hrastovih bačava u proizvodnji crnih vina'. Projekt Vijeće za istraživanja u poljoprivredi [online]. Dostupno na: <https://docplayer.cz/52574429-Projekt-upotreba-hrastovih-bacava-u-proizvodnji-crnog-vina-glavni-istrazivac-leo-gracin-vijece-za-istrazivanja-u-poljoprivredi.html> (Pristupljeno 20.7.2024.)
- Hrvatska enciklopedija (2024) 'piroliza' [online]. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/piroliza> (Pristupljeno 20. 7. 2024.)
- Jackson, R. S. (2008) 'Wine Science: Principles and Applications'. 3rd edition. Cambridge (MA), USA: Academic Press – Elsevier.
- Jeromel, A., Orbančić, F., Tomaz, I., Andabaka, Ž. i Jagatić Korenika, A. M. (2017) 'Kakvoća crnih vina (*V. vinifera* L.) dozrijevanih u bačvama od slavonske hrastovine', *Glasnik Zaštite Bilja*, 40(6), str. 19–27.
- Kalogjera, R. (2020) 'Tehnologija izrade hrastovih bačava za vino'. Završni rad. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu.
- Licul, R. i Premužić, D. (1982) 'Praktično vinogradarstvo i podrumarstvo'. Zagreb: Znanje.
- Lucić, F. (2017) 'Tehnologija proizvodnje barrique bačvi'. Završni rad. Veleučilište u Požegi.
- 'Najstarija vina i najstarije vinarije' [online]. Dostupno na: <https://svijetlidvori.hr/najstarija-vina-najstarije-vinarije/> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Paleka, N. (2010) 'Mikrooksigenacija, nova iskustva u proizvodnji vina' [online]. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/vinogradarstvo/mikrooksigenacija-nova-iskustva-u-proizvodnji-vina/2401/> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. i Dubourdieu, D. (2006) *Handbook of Enology, Volume 2: 'The Chemistry of Wine Stabilization and Treatment's*. John Wiley & Sons.
- Sokolić, I. (2006) 'Veliki vinogradarsko vinarski leksikon'. Novi Vinodolski: vlastita naklada.

- Tao, Y., García, J. F. i Sun, D.-W. (2014) 'Advances in wine aging technologies for enhancing wine quality and accelerating wine aging process', *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(6), str. 817–835.
- Tarko, T., Krankowski, F. i Duda-Chodak, A. (2023) 'The impact of compounds extracted from wood on the quality of alcoholic beverages', *Molecules*, 28(2), br. 620.
- Vivas, N. (1999) 'The oxidoreduction phenomena during the barrel aging', *Semana Vitivinicola (España)*, br. 1.
- Web 1: <https://glossary.wein.plus/barrique> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 2: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Barrique> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 3: <https://docplayer.cz/52574429-Projekt-upotreba-hrastovih-bacava-u-proizvodnji-crnog-vina-glavni-istrazivac-leo-gracin-vijece-za-istrazivanja-u-poljoprivredi.html> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 4: <https://w1ngblog.wordpress.com/2016/01/06/the-influence-of-oak-aging-on-wine/> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 5: <https://www.kalinahordo.hu/> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 6: <https://docplayer.cz/52574429-Projekt-upotreba-hrastovih-bacava-u-proizvodnji-crnog-vina-glavni-istrazivac-leo-gracin-vijece-za-istrazivanja-u-poljoprivredi.html> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 7: <https://docplayer.cz/52574429-Projekt-upotreba-hrastovih-bacava-u-proizvodnji-crnog-vina-glavni-istrazivac-leo-gracin-vijece-za-istrazivanja-u-poljoprivredi.html> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 8: https://en.wikipedia.org/wiki/Brettanomyces#/media/File:Brettanomyces_plate_01.jpg (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Web 9: https://www.researchgate.net/figure/Kinetic-models-of-the-redox-potential-ORP-mV-of-the-wine-measured-in-the-different_fig5_358844808 (Pristupljeno 25. 7. 2024.)
- Zakon o vinu (2019) *Narodne novine* [online]. Dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/277/Zakon-o-vinu> (Pristupljeno 25. 7. 2024.)