

# Uloga mikroorganizama u fermentaciji crnog vina

---

**Merc, Borna**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:434503>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Borna Merc

Preddiplomski sveučilišni studij Hortikultura

## **Uloga mikroorganizama u fermentaciji crnog vina**

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Borna Merc

Preddiplomski sveučilišni studij Hortikultura

**Uloga mikroorganizama u fermentaciji crnog vina**

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Borna Merc

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

**Uloga mikroorganizama u fermentaciji crnog vina**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
2. Izv.prof.dr.sc. Drago Bešlo
3. Mag.ing.agr. Jurica Jović

Osijek, 2017.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera U Osijeku

Završni rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikultura

Borna Merc

### **Uloga mikroorganizama u fermentaciji crnog vina**

**Sažetak:** U radu je opisan postupak nastajanja crnog vina. Navedene su najvažnije značajke najučestalijih sorti grožđa koje se koriste za proizvodnju crnog vina te načini spremanja i perzervacije vina. Opisani su optimalni kemijski i okolišni uvjeti za tijek procesa fermentacije. Naveden je kemijski sastav grožđa od kožice preko sjemenke pa do mošta. Determinirani su benefitetni kvasci i ostala mikroflora koja utječe na vrenje mošta kao i patogeni organizmi koji uzrokuju kvarenje vina pri aerobnim uvjetima.

#### **Ključne riječi:**

24 stranica, 0 tablica, 0 grafikona i 6 slika, 2 reference

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

BSc Thesis

Faculty of Agriculture in Osijek

Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

Borna Merc

### **Role of microorganisms in fermentation of red wine**

**Summary:** This study describes the whole process of producing black wine. These are the most important characteristics of the most common grape varieties used for the production of black wine, as well as the ways of keeping and preserving black wine. The optimum chemical and environmental conditions for the process of fermentation are described. The chemical composition of grape from the skin through the seed to the must is elaborated. Beneficial yeasts and other microorganisms that affect the fermentation of must as well as pathogenic organisms that cause wine degradation under aerobic conditions are determined.

#### **Keywords:**

24 pages, 0 tables, 6 figures, 2 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. PROIZVODNJA CRNOG VINA .....	2
2.1. Sorte za proizvodnju crnih vina .....	2
2.1.1. Pinot crni ili pinot noir .....	2
2.1.2. Cabernet sauvignon .....	3
2.1.3. Merlot .....	4
2.1.4. Frankovka .....	5
2.1.5. Plavac mali .....	6
2.1.6. Vranac .....	7
2.2. Posude za proizvodnju crnog vina .....	8
2.2.1. Podrumske posude .....	8
2.2.2. Kovinske cisterne .....	8
2.2.3. Plastične cisterne .....	9
2.2.4. Betonske cisterne .....	9
3. KEMIJSKI SASTAV GROŽĐA I MASULJA .....	10
3.1. Kemijski sastav kože .....	10
3.2. Kemijski sastav sjemenke .....	11
3.3. Kemijski sastav grožđa i mošta .....	11
4. ALKOHOLNA FERMENTACIJA .....	14
4.1. Kemijski procesi i tijek alkoholnog vrenja (fermentacije) .....	14
4.1.1. Okolišni uvjeti za tijek procesa fermentacije .....	16
4.1.2. Utjecaj temperature na alkoholno vrenje .....	16
4.2. Utjecaj aerobnih uvjeta .....	17
4.3. Kvasci i ostala mikroflora kao činitelji alkoholne fermentacije .....	18
5. KVARENJE VINA .....	20
5.1. Vinski cvijet .....	21
5.2. Ciknulost vina .....	21
6. ZAKLJUČAK .....	23
7. LITERATURA .....	24

## 1. UVOD

Vinogradarstvo se proteže kroz povijest gotovo koliko i ljudska civilizacija. Kod drevnih civilizacija nalazimo brojne dokaze o vinogradarstvu i proizvodnji vina. Najstarije arheološko nalazište vezano uz vino potječe iz sjevernog Irana. U amfori, glinenoj posudi staroj 5.500 godina prije nove pronađen je talog vinske kiseline i tanina koji su sastojci vina. Vinova loza tvori bobičasti plod koji se naziva groždem, a ono je najstarije poznato voće, što čini vino najstarijim pićem na svijetu. Kada je i gdje prvi put proizvedeno, ne zna se, ali slobodno se može reći kako je proizvodnja i potrošnja stara koliko i ljudsko društvo. Šumska loza (*Vitis silvestris*) smatra se divljim pretkom vinove loze (*Vitis vinifera*) koja je bila dio prirodne vegetacije šuma u području Mediterana, od obale Atlantika do Crnog mora i Kaspijskog jezera. U Hrvatskoj se uzgaja široki spektar različitih sorti vinove loze. Zemljopisni položaj, burna povijest, miješanje naroda i kultura omogućili su introdukciju najraznovrsnijih sorti, ali sigurno veliki broj sorti vuče korijene s ovih prostora. U prilog ovoj tezi idu rezultati novih genetičkih istraživanja, koji potvrđuju Hrvatsku kao područje nastanka brojnih sorti, a neke od njih su i svjetskog značaja. Plod vinove loze, grožđe, možemo koristiti u različitim oblicima. Od svježeg koji služi za prehranu i kao dobro osvježenje, služi i za preradu i proizvodnju vina, proizvoda od grožđa te proizvoda od vina.

Vino je alkoholno piće koje nastaje vrenjem mošta, odstajalog grožđa koje fermentira zahvaljujući kvascima. Prema kvaliteti vina se dijele na: stolna vina, stolna vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom, kvalitetna vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom, vrhunska vina s kontroliranih i ograničenih specifičnih vinorodnih područja, predikatna vina, arhivska vina, pjenušava vina i specijalna vina. Prema boji se dijele na: bijela, roza i crna vina.

## 2. PROIZVODNJA CRNOG VINA

Crno vino, kako ime nalaže, tamne je boje, gotovo crno, a usmjereno prema izvoru svjetlosti vidi se crvenkasta boja. Od bijelog se razlikuje ne samo po boji, već i po sastavu. Dobiva se vrenjem masulja, uglavnom odvojeno od peteljke. Maceracijom, odnosno djelovanjem tekućine pri običnoj temperaturi, izlučuje se bojilo kojemu raste intenzitet kako raste količina sumpora, alkohola, ugljikovog dioksida i temperature. Maceracija ubija stanice bojila koje puštaju aromu, tanin i boju u mošt. Sorta vina također ima važnu ulogu u ovom procesu jer trajanje procesa zavisi od sorte, no ono se uglavnom kreće između 3-7 dana, s tim da prvih 3-5 dana bojilo se jače ekstrahira, a nakon 7 dana stagnira.

### 2.1. Sorte za proizvodnju crnih vina

#### 2.1.1. Pinot crni ili pinot noir



Slika 1. Pinot noir (izvor: <https://www.pureluxury.com/wp-content/uploads/2013/06/Pinot-Noir-grapes-on-vine.jpg>)

Poznat je i kao Blauburgunder u Austriji, Spätburgunder u Nemačkoj, Rulandské modré u Slovačkoj, Pinot Nero u Italiji i kod nas pod nazivom Crni Burgundac. Povijesno Pinot crni je među najstarijim sortama crvenog grožđa. Vuče porijeklo iz pokrajine Burgundije u



istočnoj Francuskoj. Kasnije je identificiran i u regiji Champagne. Najrasprostranjeniji je upravo ondje, u Burgundiji i Champagne regijama, nadalje u SAD-u, u Oregonu i Californiji - Russian River Valley, na Novom Zelandu, u Marlborough Valley i Central Otago Valley, u Australiji i na Tasmaniji. U Njemačkoj je to najrasprostranjenija crvena sorta grožđa. Nalazimo ju također u Austriji, Švicarskoj, Bugarskoj, Srbiji, Mađarskoj, Gruziji, Slovačkoj i Ukrajini. Po ovome vidimo da se Pinot Crni grožđe uzgaja posvuda u svijetu, ali pretežno u hladnijim krajevima.

Vino je svijetlo rubin boje, s aromom jagoda, kupina i trešanja. Pinot crni ima slabiji tanin. Osim što se koristi za proizvodnju pjenušavih te crvenih vina, od Pinota crnog također se proizvodi i rose, a bili su uspješni pokušaji i pri proizvodnji bijelih vina.

### 2.1.2. *Cabernet sauvignon*



Slika 2. Cabernet sauvignon (izvor:<http://langvineyards.ca/wp-content/uploads/2014/11/Cabernet-Sauvignon-Grapes.jpg>)

Povijesno, najstarija saznanja o ovoj sorti grožđa datiraju iz Francuske, iz 16. stoljeća i to iz pokrajine Bordeaux. Cabernet sauvignon sorta nastala je od Cabernet Franc i Sauvignon Blanc sorti. U 19. stoljeću počinje se brzo širiti po cijeloj Europi kao zamjena za filoxerom uništene vinograde. Cabernet Sauvignon međunarodno je postao poznat preko svojeg istaknutog mjesta u Bordeaux vinima gdje se miješa zajedno sa Merlot-om i Cabernet Franc-om. Cabernet Sauvignon rasprostranio se iz Francuske te se preko Europe širio u novi svijet gdje je našao novu domovinu u pokrajinama kao što su: Napa Valley u Kaliforniji, Coonawarra u Australiji, Maipo Valley u Čileu te na prostorima Argentine, Urugvaja, Perua itd. Danas je jedna od najpoznatijih, ako ne i najpoznatija, crna vinska sorta grožđa.

Cabernet Sauvignon je najplemenitiji predstavnik crnih vina. Posjeduje visok nivo tanina i kiselina koji pri konzumaciji stežu usta. Vina su plemenita, a njihova boja je rubin crvena. U intenzivnoj cvjetno-voćnoj aromi može se pronaći miris trešanja, višanja, šljiva, crnog ribizla te okusi poput svježeg mljevenog bibera ili čokolade. Vina nastala od ove sorte kako stare postaju još robusnija, a boja vina postaje intenzivnija.

### 2.1.3. Merlot



Slika 3. Merlot (izvor: <http://www.rustenberg.co.za/wp-content/uploads/2012/08/Merlot-WGComm.jpg>)

Povijesno, Merlot također potiče iz pokrajine Bordeaux iz jugozapadne Francuske, gdje je i danas najrasprostranjenija sorta grožđa. Pod Merlot nazivom loza je poznata od kraja 18. stoljeća. Međutim, nalazi se i pod imenom Medoc Noire po dijelu odakle potiče. Osim u Bordeauxu također ga nalazimo u SAD-u, posebno u Kaliforniji, potom u Čileu, Južnoj Africi, Italiji i Australiji, a sve je rasprostranjeniji i na našim prostorima.

Merlot je izvanredno vino visoke kvalitete koje pri kušanju ostavlja nezaboravni doživljaj. Vino je puno, harmonično, voćno, ali s nižim kiselinama kao i taninima u odnosu na Cabernet Sauvignon. Posjeduje rubin boju srednjeg intenziteta. Tipično za miris Merlota je voće i to crni ribizl, šljiva, slatke trešnje, šumsko i sušeno voće ili aroma vanilije. Mlada vina su manje sortno primjetna. Francuski vinari miješaju mekši i voćni Merlot zajedno s robusnijim Cabernet Sauvignon i Cabernet Franc u Bordeaux vinima

#### 2.1.4. Frankovka



Slika 4. Frankova (izvor: <http://www.agromig-sadnice.com/wp-content/uploads/2015/09/prokupac.jpg>)

Povijesno, njemački naziv Lemberger potiče od istoimenog mjesta u Donjoj Štajerskoj, današnjoj Sloveniji, s kojeg je ova sorta uvezena u Njemačku u 19. stoljeću. Sorta je nastala



križanjem Heunischa i još jedan neodređene stare francuske sorte, moguće je da se radi o Silvaneru. Frankovka je rasprostranjena cijelom centralnom Europom, uključujući Austriju, Češku (posebno Moravsku regiju), Njemačku (gdje je poznat kao Lemberger, ili Blauer Lemberger kako sam već spomenuo), Slovačku (gdje je poznata kao Frankovka Modra), Hrvatsku, Srbiju i Sloveniju. U Mađarskoj se zove Kekfrankos, a uzgaja se u velikom broju vinskih regija. U posljednje vrijeme se javlja i u zapadnom dijelu SAD-a pod istim nazivom kao i u Njemačkoj, Lemberger.

Vino ima aromu zrele trešnje, višnje, cimeta, oraha i ostalog crnog bobičastog voća, ima srednje tanina i često je vrlo dobre kiseline. Mlada vina su tvrda, bogata taninima, a starenjem gube na tvrdoći te postaju kompleksnija i punija.

#### 2.1.5. *Plavac mali*



Slika 5. Plavac mali (izvor: <http://www.loznicijepovi.hr/images/proizvodi/plavac%20mali.jpg>)

Plavac mali nastao je križanjem sorti Kaštelanski Crljenak sa sortom Dobričić s otoka Šolta. Upornim nastojanjem hrvatskog vinara Milenka Mike Grgicha, koji živi i radi u Kaliforniji, dokazano je da su sorte grožđa Primitivo i Zinfandel genetski rođaci Plavca malog. Najbolji

vrhunski Plavac mali se proizvodi u mjestima Dingač i Postup na poluotoku Pelješcu kao i na južnoj strani otoka Hvara. Plavac mali je najznačajnija autohtona sorta u Hrvatskoj. Bobica je debele pokožice i čvrste građe s puno sladora. Vino je tamno-rubinske boje s plavim refleksom, lijepo razvijenog mirisa, krepko je i trpko sa specifičnim ukusom. U okusu i aromi se mogu naći kupina, trešnje, crni biber i ostalo začinsko bilje.

#### 2.1.6. Vranac



Slika 6. Vranac (izvor: <https://rasadniksevar.com/wp-content/uploads/2015/11/vinova-loza-vinske-sorte-vinove-loze-vranac.jpg>)

Vranac je drevna sorta grožđa koja potiče iz centralnog ili zapadnog Balkana. Ime je dobio po mladom Pastuhu – Vrancu, crnom konju koji je u punoj snazi i moći. Smatra se najznačajnijom sortom grožđa u Crnoj Gori, Hercegovini i jednom od najznačajnijih u Makedoniji, a ima ga dosta i u Hrvatskoj i Srbiji. Od vranca se proizvode suha vina jedinstvenog ukusa i karaktera, koja su sinonim za Balkan. Mlada vina proizvedena od Vranca imaju svijetlu ljubičastu boju i miris koji podsjeća na džem od voća. Snažna taninska

struktura omogućava svježinu i srednji do visok nivo kiselina. Poslije godinu ili dvije starenja, purpurna boja se razvija u intenzivnu tamnu rubinsku boju, a na mirisu se javljaju kompleksnije arome koje nagovještavaju cimet, čokoladu i sladić. Vranac izuzetno dobro podnosi hrast i starenje u boci.

## **2.2. Posude za proizvodnju crnog vina**

### *2.2.1. Podrumske posude*

Podrumske vinske posude najčešće djelimo prema materijalu od kojeg su napravljene. Svaki materijal ima svoje prednosti i mane, a odabiremo ih prema vlastitim mogućnostima zbog razlike u cijenama. Proizvode se od drveta, betona, kovina, nehrđajućeg inox čelika i plastike. U antičko vrijeme koristile su se amfore, vrčevi različita oblika te mješine od životinjske kože. Amfore su se još i danas zadržale u nekim sredozemnim krajevima, uglavnom za prijevoz mošta i vina. Vinsko posuđe ima važnu ulogu u proizvodnji, osobito u čuvanju vina i u prijevozu. Pri izboru odgovarajuće drvene posude bitno je pronaći pravi odnos između veličine bačve i očekivane količine prinosa jer manja kontaktna površina, odnosno veća zapremina bačve traži duži vremenski period za sazrijevanje u odnosu na sazrijevanje u manjim posudama a da pri tome učinak bude približno isti. Za drvene posude najviše se koristi hrastovina i to dvije specifične vrste – *Quercus robour* i *Quercus sesill*.

### *2.2.2. Kovinske cisterne*

Kovinske cisterne izrađuju se od: plemenitog nehrđajućeg čelika, običnog čelika i aluminija. Izgradnja novih podruma najčešće potiče korištenje kovinskih cisterni radi ekonomičnosti, iskorištenja prostora, te otpornosti na kiseline, koroziju te zbog toga što osiguravaju kvalitetan smještaj vina. Ne trebaju unutrašnju izolaciju ni vanjski premaz te su stoga najjednostavnije za korištenje, a njihova trajnost je neograničena. Prednost ovih cisterni očituje se u boljem iskorištenju vinskog podruma, a to znači da cisterna može biti u obliku valjka ili četvrtasta ovisno o potrebama podruma jer se ta vrsta materijala lako oblikuje. Nehrđajući čelik je legura s različitim dodacima kroma (Cr), nikla (Ni), nekad s dodatkom Mo, Ti, Nb, Ta, Cu. U prehrambenoj industriji pa samim time i u proizvodnji vina, spremnici od nehrđajućeg čelika

u današnje vrijeme pronalaze sve više mjesta. Kao najbolji materijal za izradu metalnih vinskih spremnika pokazale su se legure nehrđajućeg čelika. Zaštitna uloga nehrđajućeg čelika zasniva se na nanošenju vrlo tankog sloja inertne prirode na njegovoj površini. Glavne prednosti čeličnih spremnika su visoka higijenska kvaliteta, lako održavanje te sterilizacija neutralne stjenke unutar koje vino ostaje godinama u istom stanju. Uz prednost za lakše iskorištavanje prostora koje sam spomenuo, kovinske cisterne imaju odličnu toplinsku provodljivost te gotovo neograničen rok trajanja.

### *2.2.3. Plastične cisterne*

Od plastične mase za podrumarstvo i vinarstvo proizvode se: cisterne, kace, brente, vedrice, lakomice, lijevci, vrenjače i dr. Cisterne su praktične zbog male težine te se stoga mogu premještati po podrumu prema potrebi. U proizvodnji su i cisterne za transport mošta i vina. Plastične cisterne, tankovi i kace, proizvode se od više slojeva staklene vune natopljene poliesterskom smolom. Poliester osigurava korozivnu trajnost, a staklena vuna mehaničku čvrstoću. Unutarnji sloj debljine 1 mm je gladak i bez staklene vune, izrađen od epoksidne smole. Prije korištenja ovih cisterni za vrenje mošta i skladištenje vina, polimerizacija plastične mase mora biti gotova, kako bi do kraja bili odstranjeni posljednji ostaci otapala stirolo, jer u protivnom, vino može poprimiti miris po otapalu, a proizvođač garancijom potvrđuje upotrebu cisterne.

### *2.2.4. Betonske cisterne*

Betonske cisterne grade se od ojačanog armiranog betona. Njihovom gradnjom dobro je iskorišten podrumski prostor - 75% i više. U usporedbi s drvenom bačvom, cisterna je jeftinija po litri volumena. Lakše se održava, a naročito ako je ostakljena jer u takvoj se cisterni naizmjenice može držati bijelo i crno vino. Namijenjene su za vrenje mošta i masulja, kupažu, za čuvanje vina i to pretežno stolnih. Prednosti betonskih cisterni su slabo hlapljenje od svega 0,5%, lako održavanje, dug vijek trajanja te dobro taloženje na glatke stjenke. Nedostatak im je zagrijavanje mošta pri vrenju te ih je stoga nužno hladiti. U velikim betonskim cisternama od 200 hektolitara vino sporije dozrijeva jer takve cisterne nemaju poroznost poput drvenih bačava.

### 3. KEMIJSKI SASTAV GROŽĐA I MASULJA

Grožđe je osnovna i jedina sirovina za proizvodnju vina. Sastav grožđa predstavlja ampelografsko i tehnološko obilježje pojedinih kultivara. Kultivar vinove loze je nositelj kakvoće grožđa i vina.

Osnovni dijelovi grozda su peteljka i bobica. Bobica se sastoji od kožice, mesa i sjemenke. Od ukupne mase grozda najviši udio od 70 do 80 % čini sok grožđa. On je najvažniji sastojak grožđa i glavna sirovina za proizvodnju vina. Kožica čini vanjski omotač bobice i njen udio u masi grozda iznosi 10 - 20 % što varira u kulturi. Kožica je bitna za vinifikaciju zbog njenog karakterističnog kemijskog sastava. Prosječni udio sjemenke u masi grozda iznosi oko 4 %. Udio peteljke u masi grozda varira ovisno o kultivaru i stupnju zrelosti grožđa i iznosi 2 - 6%. Peteljka čini kostur grozda na kojemu se nalaze bobice. U proizvodnji vina peteljka se obično odstranjuje u fazi primarne prerade grožđa. Peteljka sadrži oko 70% vode te celulozu. Koncentracija šećera u peteljci je niska i čini manje od 0,1%. Organske kiseline su prisutne u obliku soli. U sastavu peteljke je visoki udio fenola, ponekad do 20% ukupnih fenola prisutnih u grozdu. Fenoli prisutni u peteljci općenito uzrokuju više trpkosti i oporosti u okusu nego oni koji se nalaze u sjemenki i kožici grožđa. Bobica čini glavni i najvažniji dio grozda i osnovna je sirovina u proizvodnji vina. Tijekom vegetacije povećava se masa i volumen bobica. U fazi pune zrelosti masa bobica uglavnom iznosi između 92 i 98% ukupne mase grozda. Sorte se razlikuju po veličini bobica i zbijenosti grozda. Vinske sorte obično imaju sitniju bobicu, manji i zbijeniji grozd, nego stolne sorte. Sorte razlikujemo po čvrstini bobica kao i lakoći njihova odvajanja od peteljke što ima značaja u berbi, transportu i preradi grožđa.

#### 3.1. Kemijski sastav kožice

Kožica sadrži najviše vode, između 50 i 80%. Kožica zrelog grožđa sadrži vrlo malu količinu šećera, posebice malo glukoze i fruktoze. Tijekom dozrijevanja grožđa šećer prelazi u središnje slojeve bobice pa ga u kožici gotovo i nema. Kožica sadrži uglavnom pentoze i pentozane, svega oko 1%. Količina kiselina u kožici varira između 0,1 i 0,7% što ovisi o sorti, stupnju zrelosti i uvjetima uzgoja sorte. U kožici zrelog grožđa vinska kiselina se najviše javlja u obliku soli, a visoku koncentraciju jabučne kiseline u kožici nalazimo kod nezrelog grožđa. Najviše limunske kiseline u zreлом grožđu prisutno je u kožici. Tijekom dozrijevanja grožđa u kožici se koncentriraju sastojci koji imaju vrlo važnu ulogu u vinifikaciji. Fenolni spojevi nosioca boje



grožđa i sastojci arome grožđa. Maceracija masulja odnosno produljeni kontakt soka s kožicom grožđa sastavni je dio tehnološkog postupka proizvodnje crnog vina i provodi se s ciljem ekstrakcije sastojaka boje grožđa. Prema Priručniku za proizvodnju vina maceracija najčešće traje od 5 do 8 dana jer se u tom intervalu događaju svi važni procesi prelaska količine i inteziteta boje i arome u buduće vino. Pogrešno je ostavljati masulj na vrenju duže vrijeme od navedenog, kako bi se dobila jača boja, jer se ona u pravilu – gubi. (Tomas i sur. 2011.). Kožica sadrži tanine i druge fenolne spojeve, celulozu. U kožici su prisutne masti, različiti spojevi s dušikom, vitamini, mineralne tvari i drugi sastojci važni za vinifikaciju.

### **3.2. Kemijski sastav sjemenke**

U kemijskom sastavu sjemenke uz vodu, najviše je zastupljena celuloza koja obično čini 30 do 35%. Jezgra sjemenke sadrži znatnu količinu ulja koja može biti do 20%. Kruti dio sjemenke grožđa sadrži fenolne spojeve među kojima su visoko zastupljeni tanini. Povećana ekstrakcija tanina tijekom maceracije masulja je nepoželjna jer čini vino oporim i gorkim. Sjemenka sadrži spojeve s dušikom, masne kiseline, mineralne tvari i druge sastojke.

### **3.3. Kemijski sastav grožđa i mošta**

Mošt je tekući dio grožđa preostao nakon cijedenja masulja. Masulj je izmuljano svježe grožđe, sa ili bez peteljke. Kemijski sastav mošta je veoma složena smjesa raznih sastojaka koji potječu većinom iz soka bobice. Mošt se sastoji od vode, šećera, kiselina, fenola, sastojaka koji daju aromu te spojeva s dušikom i minerala. Relativna gustoća mošta dobivenog od grožđa branog u fazi pune zrelosti iznosi od 1,060 do 1,120 ovisno o vrsti i koncentraciji otopljenih sastojaka mošta. S obzirom da među navedenim sastojcima dominira šećer, to je i gustoća mošta u funkciji koncentracije šećera. Voda igra važnu ulogu u fiziološkim procesima u bobici jer je bobica sadrži preko 70%. Mošt sadrži od 70 do 80% vode i samim time predstavlja i osnovni sastojak mošta. Sadržaj vode u grožđu i moštu može varirati ovisno o sorti, stupnju zrelosti kao i ekološkim uvjetima uzgoja loze.

U grožđu od šećera osnovu ulogu imaju glukoza i fruktoza koji čine preko 95% svih šećera. Ostali šećeri, među kojima su arabinoza i ksiloza koji su pentoze, saharoza koja je disaharid i pektin koji je polisaharid prisutni su u razmjerno niskim koncentracijama. Količina šećera u grožđu varira ovisno o sorti, zrelosti i zdravstvenom stanju grožđa. Prema navedenim

čimbenicima količina šećera u zrelom grožđu varira između 12 i 28%. U fazi prezrelosti koncentracija šećera u grožđu se može povećavati zbog dehidracije i koncentriranja sadržaja bobice. Plemenite sorte vinove loze *Vitis vinifera* najčešće postižu koncentraciju od 20% šećera ili više u fazi pune zrelosti.

Zrelost grožđa je rezultat složenih fizioloških i biokemijskih procesa čije je odvijanje i intenzitet usko vezano za sortu, tlo te ekološke i agrotehničke uvjete uzgoja vinove loze. Na zrelost grožđa nam ukazuju koncentracija šećera i kiselina u grožđu. Pri punoj zrelosti grožđe sadrži najviše šećera, a istovremeno ima i najveću masu. Vrijeme berbe treba odrediti u razdoblju tijekom kojeg je optimalni odnos šećera i kiseline za najbolje rezultate. Prezrelost označava povećanu koncentraciju šećera i nastupa iza faze pune zrelosti. To se događa kao posljedica dehidracije i koncentriranja sastava. Tehnološka zrelost označava period u kojem je grožđe zrelo za korištenje u tehnološke svrhe. Pri punoj zrelosti, grožđe sadrži gotovo jednaku količinu glukoze i fruktoze. Klimatski uvjeti dozrijevanja grožđa mogu utjecati na variranje omjera koncentracija glukoze i fruktoze. Potvrđeno je kako se u toplim godinama omjer smanjuje dok se u hladnijim povećava. Prezrelo grožđe sadrži viši udio fruktoze. U grožđu različitih sorti omjer koncentracija glukoze i fruktoze najčešće varira u rasponu od 0,7 do 1,1.

Koncentracija šećera je različita u različitim zonama bobice. Manje šećera imaju slojevi bobice neposredno ispod kožice i oko sjemenki u odnosu na središnju zonu. Ova pojava ima praktično značenje jer prva frakcija dobivena cijedenjem masulja ima najvišu koncentraciju šećera. Prešani masulj obično imaju veću gustoću s obzirom na veći udio ostalih sastojaka no količina šećera u njima je niža. Mošt ima više šećera od prosušenog grožđa nakon prešanja od samotoka jer se sok iz prosušenih bobica teško cijedi.

U alkoholnoj fermentaciji mošta glukoza i fruktoza su fermentabilni šećeri. Vinski kvasci iz roda *Sacharomyces cerevisiae* fermentiraju glukozu i fruktozu u alkohol. *Sacharomyces cerevisiae* ima ograničenu sposobnost fermentacije ostalih sastojaka prisutnih u moštu.

Glukoza ( $C_6H_{12}O_6$ ) je najrasprostranjeniji šećer u prirodi. Osnovni je produkt fotosinteze i prvi sastojak za tvorbu ostalih šećera kao i drugih organskih spojeva u biljnoj stanici. U grožđu je prisutna D(+)- glukoza koju nazivamo i dekstroza. Glukoza se lako topi u vodi, a slabo u alkoholu. Kvasci ju fermentiraju u etanol. Glukoza veže sumpornu kiselinu, a u grožđu daje više oksidacijskih produkata. Oksidacijom aldehidne skupine nastaje glukonska kiselina. U uvjetima kad se oksidira samo primarna alkoholna skupina glukoza prelazi u glukuronsku kiselinu. Redukcijom glukoze nastaje sorbitol, šećerni alkohol.

Fruktoza je najznačajnija ketoheksoza u prirodi. U grožđu je prisutna D(-)-fruktoza ili levuloza. Kvasci direktno fermentiraju fruktozu. Ona je reducirajući šećer. Saharozu je disaharid u kojem

su  $\alpha$ -D-glukoza i  $\beta$ -D-fruktoza povezane glikozidnom vezom. Saharoza nije reducirajući šećer. Hidrolizom nastaje ekvimolarna smjesa D-glukoze i D-fruktoze, poznata kao invertni šećer. Pentoze u grožđu nastaju direktno iz heksoza ili razgradnjom pentozana, polisaharida koji u svom sastavu imaju pentoze. Zrelo grožđe sadrži oko 0,5 g/l pentozana, ali njihova koncentracija može se povećati do 1,5 g/l što ovisi o sorti grožđa i uvjetima uzgoja. Pentoze su reducirajući šećeri.

Sadržaj arabinoze u moštu kreće se od 0,5 do 1 g/l. Arabinoza je topiva u vodi, manje u etanolu. D-ksilozu u moštu potječe od krutih dijelova peteljke u kojoj se nalazi u sastavu polisaharida ksilana. L-ramnoza najrasprostranjenija je metilpentoza, aldoza. Ona je šećerna komponenta heteroglikozida. Iz vodenih se otopina taloži u obliku hidrata pa je zbog toga ranije nazivana šećerni alkohol.

U osnovne polisaharide grožđa i mošta ubrajaju se celuloza, hemiceluloza i pektini. Celuloza i hemiceluloza predstavljaju primarne strukturne polisaharide staničnih stijenki. Celuloza je polisaharid linearno vezanih D-glukoza u polimer velike molekularne mase. Kao polimer visoke čvrstoće sastavni je dio stanične stijenke. Ona nije topiva u vodi ni alkoholu. Hemiceluloza je heteropolisaharid jer uz heksoze sadrži i pentoze.

Pektini su polimeri galakturonske kiseline. Karboksilne skupine kiselinskih jedinica mogu biti esterificirane metanolom. Uz poligalakturonsku kiselinu prirodni pektini sadrže i vezane šećere: glukozu, arabinozu, ramnozu i dr.

Kiselost i kiseline u grožđu i moštu su drugo bitno svojstvo koje zajedno s koncentracijom šećera karakterizira tehnološku vrijednost grožđa. Tri osnovne kiseline u grožđu su vinska, jabučna i limunska. Na kiselost grožđa utječe više čimbenika. Ukupna kiselost mošta od različitih sorti grožđa može varirati u širokom rasponu od 3,0 do 12 g/l, a najčešće između 4 i 8 g/l (izraženo u vinskoj kiselini) uz pH vrijednost u rasponu od 2,5 do 3,8. U okviru iste sorte kiselost također može znatno varirati ovisno o ekološkim uvjetima.

## **4. ALKOHOLNA FERMENTACIJA**

Vrenje mošta, to jest alkoholna fermentacija, predstavlja jednu od osnovnih faza u procesu proizvodnje vina. Vrenjem mošta, u stvari, počinje stvaranje vina.

Alkoholna fermentacija nastupa nakon muljanja grožđa odnosno cijedenja mošta. Tada kvasci (gljivice alkoholne fermentacije) koji su na pokožici bobice mirovali, došavši u tekućinu u kojoj je rastvoren šećer to jest mošt, počinju intenzivno razmnožavanje te razlažu šećer na razne spojeve, a najviše na alkohol i CO<sub>2</sub>. Ova dva spoja su, u stvari, najvažniji i osnovni produkti rada vinskog kvasca. Istovremeno, alkohol je i osnovni sastojak vina, odnosno svakog alkoholnog pića, dobivenog alkoholnom fermentacijom.

Pored osnovnih produkata alkoholne fermentacije, stvara se u znatno manjim količinama i čitav niz raznih drugih spojeva, kao što su glicerin, octena kiselina, jantarna kiselina i druge. Istovremeno, nastaje određena količina energije, koja se oslobađa u vidu topline, a djelomično je kvasci koriste za svoje životne potrebe. Tijek vinifikacije, količina i međusobni odnos pojedinih spojeva, kao i količina stvorene energije dosta se razlikuju, što ovisi i od mnogobrojnih činitelja koji utječu na tijek vinifikacije, odnosno na stvaranje, manje ili više, jednih ili drugih spojeva i količine energije. Promjene u moštu koje izazivaju kvasci vizualno se očituju u sljedećem: mošt se najprije jako zamuti, zatim se stvaraju lagani mjehurići i pojavljuje se debela pjena koja počinje vriti. Pri tom temperatura poraste za 10, 20 i više stupnjeva. Debljina pjene i intenzitet vrenja znatno ovise od temperature mošta, kao i o drugim okolnostima, tj. kvaliteti (sastava) mošta, veličine posude, vrste odnosno kulture kvasca, aeracije i sumporenja mošta itd. Ovaj proces i promjene nazivaju se alkoholno vrenje mošta ili alkoholna fermentacija, odnosno vinifikacija u užem smislu riječi. Međutim, poznato je da u mošt prilikom muljanja grožđa zajedno s poželjnim vinskim kvascima dolazi i mnoštvo drugih nepoželjnih kvasaca i raznih štetnih mikroorganizama koji u moštu ili vinu u odgovarajućim okolnostima izazivaju nepoželjne procese, kao što su npr.: octeno-kiselno vrenje; jabučno-mliječno kiselno vrenje i biološko opadanje kiselina; manitno vrenje te sumporovodično vrenje.

### **4.1. Kemijski procesi i tijek alkoholnog vrenja (fermentacije)**

Alkoholno vrenje mošta izazivaju kvasci koji u moštu razgrađuju šećer na etanol, CO<sub>2</sub> i druge sastojke. Pored navedenog, šećer služi kvascu i kao izvor energije za njegovo održavanje i razvoj. Kvasac koristi šećer iz mošta kao energiju putem respiracije i fermentacije. Za

tehnologiju vina obje reakcije su podjednako značajne. Disanjem kvasac razlaže šećer u prisustvu zračnog kisika i to koristi prilikom svog razmnožavanja. Pri fermentaciji, koja se odvija bez prisustva zraka, kvasac koristi samo šećer i energiju. Za svoje potrebe kvasac koristi kisik iz šećera prilikom njegove razgradnje:

1. Disanje uz prisustvo zraka, aerobna-  $C_6H_{12}O_6 = 6CO_2 + 6H_2O + 673 \text{ cal}$ .
2. Fermentacija bez prisustva zraka, anaerobna -  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + CO_2 + 33 \text{ cal}$ .

Prikazane reakcije predstavljaju biokemijske promjene različitog karaktera koje se javljaju u moštu pod utjecajem kvasaca pri različitim uvjetima i fazama. Kako se iz prve reakcije vidi, kvasac u prisustvu zraka puno bolje koristi energiju nego kad se vrenje odvija bez prisustva zraka. U praksi obje reakcije se smjenjuju u ovisnosti od prisustva kisika, mase kvasaca i njihove vitalnosti i uvjeta pod kojima se odvija vinifikacija. U periodu razmnožavanja kvasca pod aerobnim uvjetima, kvasac na račun prisutnog kisika koristi energiju od 673 cal, što predstavlja veliku prednost za život i razmnožavanje kvasca.

U drugom slučaju, kad se fermentacija odvija bez prisustva zraka, energija iznosi svega 33 cal, što pokazuje da je znatno manja. Pod ovim uvjetima pretvorba šećera, kako se vidi, ne ide do kraja kao u prvom slučaju, nego samo do alkohola i  $CO_2$ . Tehnološki gledano značajne su obje faze. Prva je značajna za razmnožavanje kvasca, a druga za fermentaciju. Prva faza nastupa uglavnom prije i u početku alkoholne fermentacije, a druga faza nastupa i nastavlja se poslije, to jest kad su se kvasci razmnožili i kad su mošt i vinska posuda prezasićeni ugljičnim dioksidom, uslijed čega su praktično stvoreni anaerobni uvjeti za kvasce. U takvim uvjetima, kvasci, da bi osigurali sebi potrebnu energiju za život, moraju razgraditi puno veće količine šećera. Ova činjenica je značajna za alkoholnu fermentaciju i njen ekonomski efekt.

Iz navedenog proizlazi da do enologa zavisi hoće li od istog mošta dobiti slabija ili jača vina, to jest je li vinifikacija pravilno namještena u pogledu aerobnih i anaerobnih uvjeta pretežno na proizvodnju alkohola, na razvoj kvasaca ili čak i nekih štetnih mikroorganizama i njihovih nepoželjnih produkata.

#### *4.1.1. Okolišni uvjeti za tijek procesa fermentacije*

Fermentacija je poprilično komplicirana pojava jer na njen tijek utječu razni uvjeti, a to su uglavnom: temperatura mošta, aerobni i anaerobni uvjeti, dnevna i druga svjetlost, sastav mikroflora mošta, sastav mošta, sadržaj CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i drugih antiseptika, pritisak u bačvi i drugo. Svi ovi činitelji alkoholne fermentacije su prirodne pojave, ali istovremeno su i specifični za svaki poseban slučaj vinifikacije. Na primjer, za temperaturu se može reći da bitno utječe na intenzitet razvoja vinskog kvasca i tijekom alkoholnog vrenja. Međutim, utjecaj temperature dolazi više ili manje do izražaja u ovisnosti i od ostalih spomenutih činitelja, kao i niza drugih faktora.

#### *4.1.2. Utjecaj temperature na alkoholno vrenje*

Temperatura je bitan činitelj početka i završetka alkoholne fermentacije, a zajedno s tim i njenog trajanja. Hoće li mošt početi istog dana s fermentacijom ili nakon 8 i više dana, hoće li završiti fermentaciju prije ili kasnije, ili će fermentaciju prekinuti, hoće li kvasci stvoriti više ili manje alkohola, jako ovisi do temperature mošta. Kvašćeve gljivice su živi organizmi i prema tome utjecaj temperature se odražava na sve njihove životne funkcije. Alkoholna fermentacija počinje ranije ukoliko je temperatura bila visoka. Također, fermentacija će biti intenzivnija i trajat će kraće vrijeme. Međutim, valja imati u vidu da kvasac ima i svoje optimalne temperature, kao što ima i temperature koje mu ne pogoduju ili ga ubijaju. Kvasac je vrlo otporan prema niskim temperaturama. Schumacher i Melsens su dokazali da je kvasac ostao živ i na -113°C, a prema nekim drugim autorima kvasac nije uginuo ni na -200°C. Međutim, na visoke temperature kvasac je itekako osjetljiv i zbog toga često nastaju prekidi alkoholne fermentacije. Temperature iznad 32°C do 33°C smatraju se previsokim i kritičnim. Optimalna temperatura za normalan život kvasca iznosi 25 - 28°C. Međutim, za stvaranje većeg postotka alkohola poželjna je niža temperatura od oko 10°C.

Ako se mošt zagrijava na 65°C u trajanju od 10 min, svi kvasci će uginuti. Ova temperatura nije stalna, jer ovisi i od drugih činitelja, a naročito od vremena trajanja zagrijavanja. Ako se skraćuje vrijeme zagrijavanja, onda je temperatura na kojoj kvasci stradaju viša, i obratno, ako zagrijavanje traje duže, temperatura je niža.

## 4.2. Utjecaj aerobnih uvjeta

Prozračivanje mošta znatno utječe na tijek fermentacije jer je kisik potreban za razvoj i život kvasaca. Iako je alkoholna fermentacija anaerobni proces, i u teoriji i u praksi je utvrđeno da se ona puno brže, intenzivnije i sigurnije odvija uz prisustvo kisika. Pod strogo anaerobnim uvjetima fermentacija je jako otežana i ne odvija se do kraja, to jest ostaje ne prerađenog šećera. Kisik je naročito potreban u početku dok se kvasci množe. U strogo anaerobnim uvjetima izostaje razmnožavanje kvasaca. Ukoliko se u početku uočavaju određeni znaci razmnožavanja, to je samo u tijeku razvoja prvih nekoliko generacija, to jest dok u ocijeđenom moštu postoje određene količine neutrošenog kisika. Kad se utroši i ovaj kisik, razmnožavanje prestaje, a s vremenom prestaje i fermentacija. Vina dobivena od prozračenog mošta se brže bistre jer sadrže manje količine dušičnih spojeva. Međutim, po Gyltayu i Abersonu, pri prozračivanju mošta za alkoholnu fermentaciju se iskoristi 75 % šećera, a bez prozračivanja 90 %.

Iz navedenog se može zaključiti da bez zračenja mošta nema uspješne fermentacije. Međutim, često se u tome griješi, pa se mošt ili izlaže pretjeranom zračenju ili se izlaže zračenju u vremenu kada se zračenjem ne postiže željeni rezultat. Na dva načina možemo izlagati mošt zraku. Prvi je da se prilikom punjenja posuda moštom ostavi jedan dio posude prazan, a drugi se vrši povremenim pretakanjem mošta na zraku. U praksi, prvi način se primjenjuje skoro redovno i preporuča se samo dok mošt ima manje od oko 5 % alkohola. Nakon toga otklanja se pristup zraka. Drugi način zračenja je puno efikasniji ukoliko se izvodi pravilno, odnosno na vrijeme. Međutim, što se tiče vremena pretakanja mnogi griješe. Neki vinari pretaču mošt odmah poslije punjenja posude, dok ga drugi pretaču nakon burnog vrenja. Pretakanja u ovim periodima su nepotrebna i suvišna jer mošt u početku ima dovoljno kisika, a na kraju, poslije burnog vrenja, ukoliko su temperaturni i drugi uvjeti povoljni, kvasci će uspješno završiti vrenje, jer su svoju snagu i vitalnost dokazali završivši najveći dio posla bez prethodnog prozračivanja i u najtežim uvjetima, za vrijeme burnog vrenja. Sasvim je druga stvar ako se osjeti da će se vrenje prekinuti, odnosno da se smanjuje zbog iscrpljenosti kvasaca, koje se javlja uslijed otežanih uvjeta za njihov rad i razmnožavanje kao što su prezasićenost sa CO<sub>2</sub> ili SO<sub>2</sub> i drugo. U takvim slučajevima treba odmah pristupiti zračenju, odnosno prozračivanju mošta.

### 4.3. Kvasci i ostala mikroflora kao činitelji alkoholne fermentacije

Sastav mikroflora u moštu bitan je element tijekom alkoholne fermentacije. Na grožđu, a zatim i u moštu nalazi se mnoštvo raznih vrsta mikroorganizama, a među njima najviše gljivica alkoholnog vrenja, to jest vinskog kvasca. Svi se oni različito ponašaju u moštu pa prema tome i alkoholno vrenje mošta se odvija različito, ovisno do sastava mikroflora mošta. Ovi odnosi mogu biti različiti, kako između svih kvasaca i drugih mikroorganizama u moštu, tako i između pojedinih vrsta kvasaca. Ti odnosi mogu u prisustvu jednih potpomagati akciju drugih, i obratno. Utvrđeno je da se *Sacc. ellipsoideus* neprijateljski odnosi prema *Torulopsis bacillaris* i ometa razvoj istog, dok se *Schizosacc. pombe*, koji razlaže jabučnu kiselinu isto odnosi prema bakterijama mliječne fermentacije. Međutim, utvrđena je i obrnuta pojava. Prisustvo nekih kvasaca pospješuje rad ovih bakterija.

Kvasci alkoholnog vrenja dijele se na rodove, vrste i sojeve, a za vinarsku praksu najznačajnije su vrste iz roda *SACCHA-romyces*. Kvasci se razmnožavaju pupanjem, a za tu aktivnost dobivaju energiju iz jednostavnih šećera koje sadržava mošt grožđa. Kvasci su fakultativni anaerobi. Ako raspolažu dostatnom količinom kisika u njima dolazi do procesa aerobne respiracije ugljikohidrata te nastaju ugljični dioksid i voda. U pomanjkanju kisika oni fermentiraju ugljikohidrate i stvaraju etanol i ugljični dioksid. Na tom se vrenju zasniva proizvodnja piva, vina i kruha. Prema Radovanoviću svi su kvasci koji se nalaze na grožđu predstavnici spontane mikroflora i kao takvi prelaze direktno ili indirektno u mošt gdje sudjeluju u procesu spontane fermentacije. Kvasci se prodaju pod raznim trgovačkim imenima, u većim i manjim pakiranjima, danas najčešće u suhom, vakumiranom obliku. Plemeniti kvasci razlikuju se po svojim svojstvima kod njihove pripreme i kod pripreme vina i provođenja vrenja kada daju svoja obilježja. U posljednje se vrijeme upotrebljavaju kvasci za posebne potrebe i tehnološke programe provođenja vrenja i pripreme vina. Takvi kvasci prilagođeni su posebnim potrebama, to jest tehnologiji pripreme vina. Najčešće u upotrebi su klonovi dviju vrsta kvasaca prilagođenih, svaki za sebe, posebnim potrebama tehnologije pripreme vina. Oni su *Saccharomyces uvarum* (kao *S. carlsbergensis*, *S. vallidus*, *S. logos*, *S. intermedius*) *Saccharomyces Bayanus* (kao *S. oviformis*, *S. beticus*, *S. cheriensis*, *S. pasterianus*). Svaki od njih ima svoje pozitivne i negativne učinke. Neki od pozitivnih učinaka su sposobnost vrianja, otpornost na niske temperature, razvijena otpornost na prisutnost sumpornog dioksida, prilagodljivost na posebne primijene tehnologije i brzo razmnožavanje u moštu. Pod negativne učinke spadaju stvaranje relativno većih količina hlapljivih kiselina,



ovisno o količini početnog šećera u moštu, pojedini kvasci mogu stvarati sumpornu kiselinu ( $H_2SO_3$ ), pojedini kvasci mogu stvarati sumporovodik ( $H_2S$ ), pa su nakon vrenja potrebni dodatni poslovi na mladom vinu i pojedini kvasci, zahvaljujući svojoj klonskoj selekciji, stvaraju i veću količinu pjene. U selekciji kvasaca izbjegavaju se njihova nepovoljna svojstva, pa tek nakon selekcije dolaze u promet, odnosno upotrebu. Vidljivo je da kod upotrebe kvasaca postoje određeni uvjeti koje moramo ispuniti, posebno je to izraženo kod upotrebe kvasaca prikladnih za posebne namjene u proizvodnji vina.

Za tehnologiju proizvodnje vina od velikog značaja je i kemijski sastav kvašćevih stanica. Između različitih vrsta kvasaca postoji veća ili manja razlika koja sve više dolazi do izražaja pod većim utjecajem sredine u kojoj se kvasci nalaze ili specijalno uzgajaju. U prosjeku 75% kvašćevog sustava predstavlja voda, a 25% suha tvar koju čini 5 do 10% mineralnih tvari, 25 do 50% šećera, 4,8 do 12% dušika, 30 do 75% proteida te 2 do 5% masti. Od mineralnih tvari najviše je zastupljena fosforna kiselina (oko 50%) te kalij (oko 25%). Od šećera u kvašćevim stanicama nalazi glikogen koji predstavlja rezervne zalihe energetskog materijala.

## 5. KVARENJE VINA

Zbog svog složenog sastava vino je podložno stalnim fizičkim i biokemijskim promjenama. U uvjetima pravilnog čuvanja i njege ove promjene pozitivno utječu na kvalitetu vina i odvijaju se kao dio složenog procesa sazrijevanja vina. Do problema s kvarenjem pri čuvanju vina dolazi u uvjetima kontaminirane prostorije ili posude.

Razlikujemo kvarenja i mane vina. Kvarenja vina izazivaju patogeni mikroorganizmi. Mane vina se uglavnom odnose na različite vrste mućenja uzrokovana velikim količinama ili neskladnim odnosima nekih od sastojaka vina kao što su teški metali, proteini, tanini i bojila. Kod pojave neke od mana vina uglavnom dolazi do promjena osobina, najčešće bistrine ili boje, a odgovarajućim tehnološkim zahvatima posljedice ovih promjena se eliminiraju bez značajnijih utjecaja na ukupnu kvalitetu vina. Pojava stranog mirisa ili okusa također se ubraja u mane vina i uglavnom su posljedica držanja vina u uvjetima u kojima ona mogu primiti miris ili promijeniti okus pod utjecajem nekog stranog čimbenika ili neprimjerenim postupcima u proizvodnji i čuvanju.

Djelovanjem štetnih mikroorganizama u vinu mogu nastati velike promjene. Zbog toga, a i zbog činjenice da su navedene promjene posljedica djelovanja mikroorganizama kvarenja vina se u praksi nazivaju i bolestima vina. Ovaj nepravilan termin široko je rasprostranjen u vinarskoj praksi. Pasteur je smatrao da je svako vino u kojem se nalazi mikroorganizmi pokvareno ili se nalazi u procesu kvarenja. Danas znamo da se u svakom vinu nalaze mikroorganizmi i da postoje korisni mikroorganizmi u vinu (bakterije mliječnog vrenja jabučne kiseline). Prisustvo mikroorganizama u gotovom vinu samo je znak da je došlo do kontaminacije vina. Od uvjeta sredine zavisi hoće li se oni aktivno razmnožavati i dovesti do kvarenja vina. Najveći izvor štetnih mikroorganizama je grožđe, a pravilno sumporiranje, zaštita od aeracije i nepovoljne temperature osnovne su preventivne mjere. Podrazumijeva se da je higijena prostora i posuda za preradu grožđa i čuvanje vina važan i obavezan dio u prevenciji kvarenja vina.

Danas je poznato da jedno kvarenje može biti posljedica djelovanja više mikroorganizama, kao i da jedan mikroorganizam može učestvovati u više tipova kvarenja vina. Dva najznačajnija aerobna kvarenja vina uzrokovana su patogenim mikroorganizmima. To su vinski cvijet i ciknulost vina.

## 5.1. Vinski cvijet

Vinski cvijet je najčešći oblik kvarenja vina. Javlja se plutajući na površini u obliku bjeličaste navlake koja može biti i prljavo sive boje. U početku je tanka, a s vremenom kako se razvija postaje deblja i naborana. Pri kontaktu ili presipanju raspada se na sitnije dijelove. Vino ispod navlake uglavnom ostaje bistro, a na dnu nalazimo dijelove navlake koji postepeno otpadaju i padaju na dno, posebno ako je navlaka stara i debela. Boja vina u pravilu ostaje nepromijenjena, a na početku kvarenja ni okus ne trpi značajnije promjene. Razvojem kvarenja dolazi do značajnih promjena u okusu i mirisu. Uglavnom se javlja u vinima s manje od 12 % vol. alkohola ako su izložena utjecaju kisika iz zraka.

Uzročnici ovog kvarenja su iz grupe aerobnih kvasaca, među kojima su najčešći predstavnici rodova: *Pichia* (*P. membranaefaciens*, *P. fermentans*, *P. vini*), *Hansenula* (*H. anomala*, *H. subpelliculosus*) i *Candida* (*C. mycoderma*, *C. pulcherrima*, *C. vini*). Najvažniji i u navlaci najbrojniji je kvasac *Candida mycoderma* (Reess) Lodder et Van Rij. Pored navedenih, u formiranju vinskog cvijeta mogu učestvovati i predstavnici rodova: *Bretanomyces*, *Debariomyces* i *Torulopsis*.

Prema priručniku za proizvodnju vina kod jačeg oboljenja, vino sumporimo s 15g/hl vinobrana (ali prije dodavanja utvrditi već postojeću količinu sumpora) i sterilno filtriramo (Tomas i sur. 2011.) Zaštita vina od vinskog cvijeta moguća je redovnim dopunjavanjem posuda i sprječavanjem kontakta vina i zraka. U posudama koje iz bilo kojih razloga moraju ostati nepopunjene, dobro je iznad nivoa vina nanijeti sloj sumporovog dioksida u plinovitom stanju.

## 5.2. Ciknulost vina

Ciknulost vina također je vrlo čest oblik kvarenja vina. Može se pojaviti i tijekom vinifikacije kao i kasnije, dok je vino u podrumu ili u trgovini. Ciknula vina u posudama, na svojoj površini razvijaju bjeličastu ili sivu navlaku. Kako kvarenje napreduje, navlaka postaje deblja i teža pa jedan dio navlake može pasti na dno. Miris i okus na ocat je najizrazitiji simptom ciknulih vina.

Kvarenje uzrokuju bakterije octene kiseline koje, uz prisustvo kisika iz zraka, oksidiraju etanol u octenu kiselinu. U ciknulim vinima se povećava sadržaj isparljivih kiselina. Kod količina isparavanja kiseline preko 1,2 g/l, smatra se da je kvarenje počelo. Sadržaj isparljivih kiselina veći od 1,5 g/l prati sve znakove ciknulosti. Najčešći uzročnik ciknulosti vina je *Acetobacter paradoxum* Frateur. Rjeđi uzročnici su: *Ac. rancens* Beijerinck, *Ac. ascendens* (Hennenberg)

*Bergey, Ac. mesoxydans Frateur i Ac. suboxydans Kluyver et Leeuw.* Pri oksidaciji alkohola u ocat, bakterije u manjoj količini stvaraju i etil acetat, ester koji daje pokvarenim vinima karakterističan miris vinskog octa. Pored alkohola, ove bakterije u manjoj količini oksidiraju i druge sastojke vina (glicerin, jabučnu i vinsku kiselinu).

Vina sa slabijom ciknulošću (1,5 – 2,0 g/l octene kiseline) treba pasterizirati ili izvršiti EK-filtraciju. EK-filtracija je postupak sterilne filtracije na posebnim EK-pločama (od etkeimen, njem. bez mikroba) koje ne propuštaju mikroorganizme. Vino tretirano na ovaj način može se kupažirati sa normalnim vinom. Ciknula vina sa više od 3 g/l octene kiseline, ne mogu se popraviti pa ih se upotrebljava za destilate ili za spravljanje octa.

## 6. ZAKLJUČAK

Fermentacija crnog vina je vrlo kompleksan proces na koji utječu mnogi faktori. Kemijski sastav grožđa uvjetuje kvalitetu mošta, a on ovisi do sorte grožđa, prostora na kojem se nalazi i svim fizičkim uvjetima ovisno o smještaju i klimi u kojoj se nalazi. Pri fermentaciji crnog vina kvasac ima glavnu ulogu pretvaranja šećera iz grožđa u alkohol, ugljični dioksid i toplinu. Kao vrlo kompleksan proces fermentacija mošta, tako i kvalitetno čuvanje uvjetuje kvalitetu krajnjeg produkta, vina. Imajući sva ova saznanja u vidu dobit ćemo kvalitetan konačan produkt koji je jedno od omiljenih alkoholnih pića na mediteranu od rane povijesti civilizacije pa sve do suvremenog doba.

## 7. LITERATURA

Krstulović, A. (2008.): Vina Hrvatske : vodeći hrvatski vinari, najbolja hrvatska vina i najvažnije vinske sorte, Zagreb: Profil international, 224 str.

Maletić, E., Karoglan Kontić, J., Pejić, I. (2008.): Vinova loza: Ampelografija, ekologija, oplemenjivanje; Zagreb: Školska knjiga, 215 str.

Mirošević, N. i suradnici (2009.): Atlas hrvatskog vinogradarstva i vinarstva, Zagreb: Golden marketing – Tehnička knjiga, 439 str.

Tomas, D.; Kolovrat, D. (2011.): Priručnik za proizvodnju vina – za male proizvođače i hobiste; Mostar: Federalni agromediterranski zavod Mostar, 36-40 i 48-53 str.

Linkovi:

HR vinopedia: <http://www.vinopedia.hr/> (25.8.2017.)

Prvi hrvatski vinogradarski portal: <http://www.vinogradarstvo.com/> (20.8.2017.)

<https://www.krizevci.net/vinograd/htm/vinogradarstvo.html> (20.8.2017.)

<https://www.krizevci.net/vinograd/htm/vinarstvo.html> (31.8.2017.)

<http://www.pavin.hr/proizvod/alkoholna-fermentacija/> (9.9.2017.)

Milenko Blesić: Kvarenje vina, 25.12.2010.,

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/kvarenja-vina> (31.8.2017.)