

# Charakteristika kvasného a zracího procesu při výrobě révového vína

Jiří Fanta

---

Bakalářská práce  
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav potravinářského inženýrství  
akademický rok: 2008/2009

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří FANTA**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Charakteristika kvasného a zracího procesu při výrobě réвовého vína.**

Zásady pro vypracování:

- Ošetření a úprava rmutu a moštů před anaerobním kvašením.
- Řízené a neřízené kvašení vín. Použití čistých kultur kvasinek a bakterií.
- Řízení a průběh kvašení.
- Procesy probíhající ve víně v průběhu zrání a procesu školení vína.
- Vady vzniklé jako důsledek nevhodného zracího procesu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] MINÁREK, E., NAVARA, A. *Chemia a mikrobiologia vína*, 1. vydání, Bratislava: Příroda 1986.

[2] FARKAŠ, J. *Biotechnologia vína*, Bratislava: Příroda 1983.

[3] LAHO, L., MINÁREK, E., NAVARA, A. *Vinárstvo chemia, mikrobiologia a analytika vína*, Bratislava: Příroda 1970.

[4] FARKAŠ, J. *Technologie a biochemie vína*, SNTL, Praha 1980.

[5] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství, Národní salón vín*, Valtice 2002, ISBN: 80-903201-0-4

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.**

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**20. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**31. května 2009**

Ve Zlíně dne 31. května 2009



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*vedoucí katedry*

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je charakterizovat kvasný proces při výrobě réвовého vína. V první kapitole popisují složení moštu, jeho ošetření a úpravu z hlediska optimálního kvasného procesu. Navazují popisem biochemických procesů probíhajících při výrobě vína, jako např. alkoholové kvašení, mléčné kvašení aj. Následuje popis kvašení moštu z technologického hlediska, jako např. spontánní kvašení, řízené kvašení, různé vlivy na kvasný proces a regulace kvasného procesu. Závěrečné kapitoly jsou zaměřeny na průběh zrání vína.

Klíčová slova: réva vinná, mošt, úprava moštu, kvasný proces, alkoholové kvašení, mléčné kvašení, biochemické procesy, oxidačně redukční potenciál, zrání vína.

## **ABSTRACT**

The goal of this bachelor work is to characterize the fermentation process during wine making. In the first chapter I describe the composition of grape stum, its treatment and modification according the optimal fermentation process. Afterwards I describe the biochemical process which takes place during wine production, for example alcohol fermentation, lactic fermentation etc. Then I describe fermentation of grape stum from a technological standpoint for example spontaneous fermentation, controled fermentation, the different effects on the fermentation process and regulation of the fermentation process. The final chapter is focused on maturing process of wine.

Keywords: grapevine, stum, modification of stum, fermentation process, alcohol process, lactic fementation, bichemical process, oxidational reduction process, redox potential, maturing of wine.

Děkuji tímto vedoucímu mé bakalářské práce doc. Hraběti za odborný dohled, vedení a zájem při vypracovávání mé práce. Také děkuji mým přátelům - vinařům za odborné a užitečné rady, zapůjčení odborné literatury a za praktické zkušenosti při výrobě vína, kterých jsem využil při vypracovávání této bakalářské práce.

„Znalost vína může být radostí po celý život člověka.“

E. Hemingway

# OBSAH

ÚVOD.....	8
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
<b>1 SLOŽENÍ MOŠTU.....</b>	<b>10</b>
1.1 VODA .....	10
1.2 SACHARIDY .....	10
1.2.1 Glukosa .....	10
1.2.2 Fruktosa.....	11
1.2.3 Sacharosa.....	12
1.2.4 Pentosy a pentosany .....	13
1.3 KYSELINY .....	14
1.3.1 Kyselina vinná.....	14
1.3.2 Kyselina jablečná .....	15
1.3.3 Kyselina citronová .....	16
1.3.4 Kyselina jantarová.....	16
1.3.5 Kyselina glykolová.....	16
1.3.6 Kyselina šťavelová.....	17
1.4 TŘÍSLOVINY A JINÉ FENOLOVÉ LÁTKY .....	17
1.4.1 Fenolové kyseliny .....	17
1.4.2 Flavonoly.....	17
1.4.3 Anthokyaniny .....	17
1.4.4 Třísloviny .....	18
1.5 DUSÍKATÉ LÁTKY .....	19
1.6 PEKTINOVÉ LÁTKY .....	20
1.7 ENZYMY .....	21
1.8 VITAMÍNY .....	21
1.9 AROMATICKÉ A BUKETNÍ LÁTKY .....	22
1.10 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	24
1.11 TUKY, VOSKY A OLEJE.....	25
<b>2 ÚPRAVA MOŠTU Z HLEDISKA OPTIMÁLNÍHO KVASNÉHO PROCESU.....</b>	<b>26</b>
2.1 SÍŘENÍ MOŠTU .....	26
2.2 PROVZDUŠŇOVÁNÍ MOŠTU .....	27
2.3 ODKALOVÁNÍ MOŠTU .....	27
2.4 ÚPRAVY CUKERNATOSTI MOŠTU .....	30
2.5 ODKYSELOVÁNÍ MOŠTU .....	31
2.5.1 Odkyselování uhličitanem vápenatým .....	31
2.5.2 Odkyselování acidexem .....	31
2.5.3 Odkyselování scelováním vín .....	32

2.6	OKYSELOVÁNÍ MOŠTU.....	32
2.7	PŘIDÁVÁNÍ BENTONITU DO MOŠTU .....	32
<b>3</b>	<b>BIOCHEMICKÉ PROCESY PŘI VÝROBĚ VÍNA.....</b>	<b>34</b>
3.1	ALKOHOLOVÉ KVAŠENÍ.....	35
3.2	KVAŠENÍ PODLE II. NEUBERGOVA SCHÉMATU .....	40
3.3	NEŽÁDOUCÍ MLÉČNÉ KVAŠENÍ .....	42
3.4	JABLEČNO-MLÉČNÉ KVAŠENÍ .....	42
3.5	OSTATNÍ BIOCHEMICKÉ PROCESY .....	43
<b>4</b>	<b>KVAŠENÍ MOŠTU Z TECHNOLOGICKÉHO HLEDISKA.....</b>	<b>45</b>
4.1	TECHNOLOGIE KVAŠENÍ MOŠTU.....	46
4.1.1	Spontánní kvašení .....	46
4.1.2	Zakvašování moštu čistými kvasinkovými kulturami.....	47
4.1.3	Zakvašování moštu směsí čistých kvasinkových kultur .....	47
4.2	VLIV RŮZNÝCH FAKTORŮ NA KVAŠENÍ.....	48
4.2.1	Vliv tepla a ohřevu .....	48
4.2.2	Vliv koncentrace cukru .....	48
4.2.3	Vliv kyslíku.....	49
4.2.4	Vliv dusíku.....	49
4.2.5	Vliv oxidu siřičitého.....	50
4.2.6	Vliv bentonitu.....	50
4.2.7	Aktivátory a inhibitory kvašení.....	51
4.3	FYZIKÁLNÍ ZMĚNY PŘI KVAŠENÍ .....	51
4.4	REGULACE KVASNÝCH PROCESŮ .....	52
4.4.1	Kvašení s regulací teploty .....	52
4.4.2	Řízení tlaku oxidu uhličitého při kvašení .....	53
<b>5</b>	<b>ZRÁNÍ VÍNA.....</b>	<b>55</b>
5.1	VLIV KYSLÍKU NA ZRÁNÍ VÍNA.....	55
5.1.1	Rozpustnost kyslíku ve víně.....	55
5.1.2	Vliv kyslíku na víno během zrání .....	55
5.1.3	Způsoby zabraňování styku vína s kyslíkem .....	57
5.2	PROCESY PŘI ZRÁNÍ VÍNA .....	58
5.2.1	Vysrážení vinného kamene .....	59
5.2.2	Biologické odbourávání kyselin.....	59
5.2.3	Tvorba aromatických a buketních látek .....	60
5.3	STÁRNUTÍ VÍNA .....	61
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>68</b>

## ÚVOD

Kvalitu vína neurčuje jen souhra přírodních podmínek daného ročníku na pečlivě vybraném stanovišti vhodném pro pravidelně se opakující sklizně dobře vyzrálých hroznů správně zvolné odrůdy révy vinné. Kvalita vína je souhrnem přírodního působení, které pochopil do důsledku nejen pilný, ale i důkladnými odbornými znalostmi vybavený vinař. Jižní Morava má přírodní podmínky k tomu, aby dávala hrozny vhodné k přípravě vysoce jakostních vín. Ale k nadšení patří i věcně neutuchající touha po neustálém prohlubování vědomostí o víně, jeho podstatě, složení i snaha po poznávání všech procesů, které vedou k jeho stále se zvyšující jakosti.

Neustálé zvyšování nároků na kvalitu vína vyžaduje hlubší poznání technologických, chemických, biochemických a mikrobiologických procesů probíhajících během výroby, začínající sběrem vyzrálých a zdravých hroznů, jejich zpracování na víno, ošetřování vína a končící expedicí lahvového vína.



# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 SLOŽENÍ MOŠTU

Víno je nápoj, který nepotřebuje ke zlepšení sensorických vlastností a jakosti žádné přísady. Chceme-li však získat víno stabilní, které se po naplnění do lahví nebude kalit, musíme provést menší úpravy. Je vždy výhodnější upravit mošt před kvašením než hotové víno, protože hotové víno je na oxidaci a jiné zásahy citlivější než mošt.

Mošt obsahuje vodu, cukry, kyseliny, třísloviny, aromatické látky, barviva, dusíkaté látky, vitamíny, minerální látky, enzymy, tukové substance a vosky.

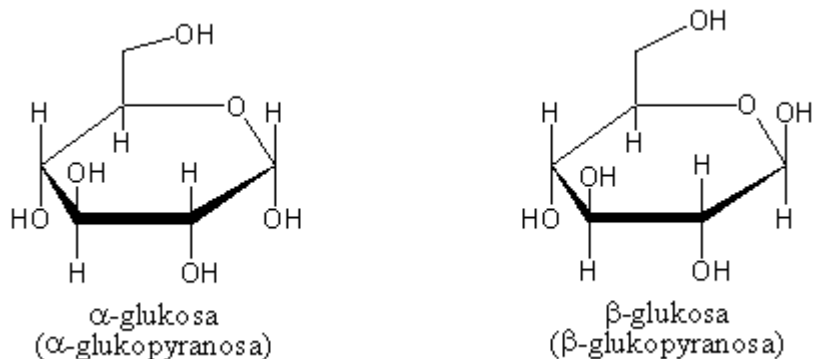
## 1.1 Voda

Obsah vody v moštu se pohybuje od 70 až 80 %; to znamená, že voda tvoří podstatnou část moštu. Vysoký obsah vody v moštu je však nežádoucí a nutno ho zredukovat přirozenou cestou, důkladným dozráním hroznů, při kterém – je-li příznivé počasí – se část vody odpaří. V klimaticky nepříznivých létech je možno část vody z moštu odpařit ve vakuových odparkách nebo odstranit vymrazováním, popř. reverzní osmózou.

## 1.2 Sacharidy

### 1.2.1 Glukosa

Glukosa (hroznový cukr)  $C_6H_{12}O_6$  má aldehydickou funkční skupinu. Proto glukosu řadíme k aldehydickým cukrům – aldosám.



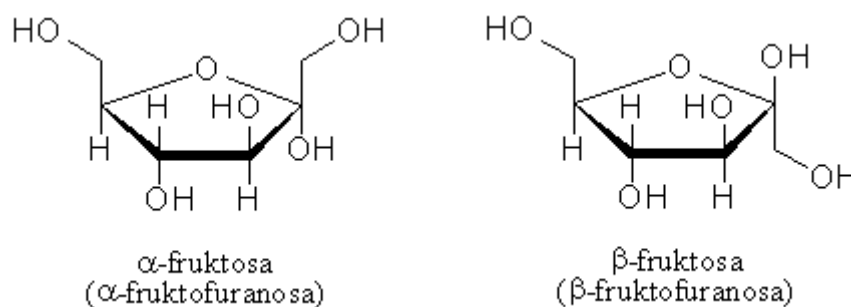
Obr. 1. Haworthova projekce  $\alpha$ -glukosy a  $\beta$ -glukosy

Ve vodných roztocích otáčí glukosa rovinu polarizovaného světla vpravo a nazývá se dextrosa. Její specifická otáčivost je  $(\alpha)\text{-D} = +52,3^\circ\text{C}$ . Ve vodě je dobře rozpustná. Při  $0,5^\circ\text{C}$  se ve 100 dílech vody rozpustí 54 dílů glukosy, při  $15^\circ\text{C}$  81,68, při  $30^\circ\text{C}$  120 a při  $50^\circ\text{C}$  243,8 dílů glukosy. V ethanolu se rozpouští slabě. Při  $15^\circ\text{C}$  se ve 100g ethanolu rozpustí 0,3g glukosy.

Glukosa se šesti atomy uhlíku v molekule patří k hexosám. Sladkost glukosy je o polovinu menší než sladkost sacharosy. Pro své redukční vlastnosti se glukosa a fruktosa nazývají redukující cukry. Glukosa je přímo zkvasitelná na ethanol. S kyselinou siřičitou se váže na kyselinu glukoso-siřičitou  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4 - \text{CHOH-SO}_3\text{H}$ . Oxidací glukosy vzniká kyselina glukonová a cukrová, vodíkem ve stavu zrodu se redukuje na sorbitol a manitol.

### 1.2.2 Fruktosa

Fruktosa (ovocný cukr)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  má v molekule ketoskupinu, proto se zařazuje mezi ketosy. D-fruktosa patří k nejsladším cukrům. Vyskytuje se ve dvou modifikacích a vytváří pětičlenný furanosový kruh.



Obr. 2. Haworthova projekce  $\alpha$ -fruktosy a  $\beta$ -fruktosy

Její roztoky otáčejí rovinu polarizovaného světla vlevo, proto se též nazývá levulosa. Specifická otáčivost 10%-ního roztoku fruktosy při teplotě  $20^\circ\text{C}$  je  $90,72^\circ$  a 40%-ního roztoku  $98,47^\circ$ . I když D-fruktosa otáčí rovinu polarizovaného světla vlevo, patří mezi cukry s konfigurací D. Vyplývá to z genetické souvislosti s jinými cukry.

Na rozdíl od glukosy krystalizuje obtížně. Její krystalky tají při teplotě 96°C a rozkládají se při 100°C. Oxidací fruktosy vzniká kyselina glykolová CH<sub>2</sub>OH-COOH a kyselina vinná COOH-(CHOH)<sub>2</sub>-COOH. Vodíkem ve stavu zrodu se redukuje na manitol a sorbitol. Na rozdíl od glukosy se neváže s kyselinou siřičitou. Fruktosa je přímo zkvasitelná na ethanol a oxid uhličitý.

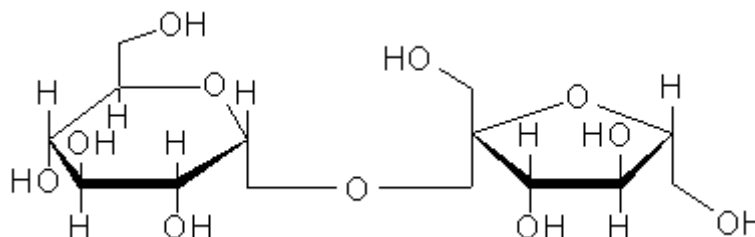
Glukos a fruktosa se nazývají též redukující cukry, protože redukují Fehlingův roztok.

### 1.2.3 Sacharosa

Sacharosa (řepný cukr) je disacharid složený z monosacharidů glukosy a fruktosy. Enzymovou nebo kyselou hydrolyzou se štěpí na dvě molekuly, a to na glukosu a fruktosu:



V její molekule chybí aldehydická a ketonická skupina, ale v kvasném procesu nebo hydrolyzou se enzymově rozkládá na původní složky, D-glukosu a D-fruktosu. Glukosa je vázána  $\alpha$ -glykosidicky a fruktosa  $\beta$ -glykosidicky.



Obr. 3. Haworthova projekce sacharosy

Sacharosa je krystalická látka s bodem tání 180°C. Při teplotě 190 až 200°C hnědne a přechází na karamel. Velmi dobře se rozpouští ve vodě a její vodné roztoky při teplotě 20°C otáčejí rovinu polarizovaného světla vpravo a úhel +66,5°. Sacharosa patří k neredukujícím disacharidům.

Enzym invertasa působí inverzi sacharosy, vzniklou směs D-glukosy a D-fruktosy nazýváme invertní cukr. Inverze sacharosy vzniká i působením kyselin.

Sacharosa se vyskytuje v listech a jiných orgánech révy vinné (zejména v americké révě). V některých postsovětských odrůdách révy vinné je až 1,5 % sacharosy.



L-rhamnosa je obsažena ve víně v množství 0,15 až 0,30 g l<sup>-1</sup>. Při normální zralosti je ve víně 0,41 až 0,48 % pentosanů, ale jejich množství může dosáhnout až 1,57 % podle odrůdy hroznů a způsobu zpracování.

D-sorbitol (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>) je alkoholický cukr. Je obsažen v hroznovém moštu v množství od 50 do 290 mg l<sup>-1</sup>. V ovocných vínech je ho mnohem více, až do 10 g l<sup>-1</sup>. Kvasinkami není zkvasitelný.

Cukry mají různou intenzitu sladkosti.

Srovnání sladkosti cukrů se sladkostí sacharosy můžeme vidět v tabulce č. 1.

*Tab. 1. Srovnání sladivosti cukrů se sacharosou*

Sacharosa	100	Xylosa	40
Fruktosa	173	Maltosa	32
Invertní cukr	130	Rhamnosa	32
Glukosa	74	Galaktosa	32
Sorbitol	48	Rafinosa	23
Glycerol	48	Laktosa	16

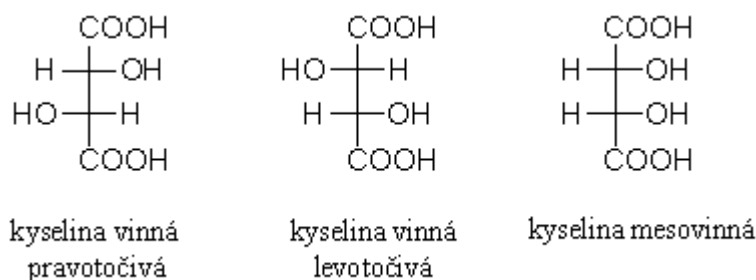
### 1.3 Kyseliny

Organické kyseliny jsou v rostlinách velmi rozšířeny. Jsou obsaženy nejen v plodech, ale i v ostatních částech rostlin. Jsou důležité při přeměně látek. V období růstu hroznů kyselin přibývá, v období zrání kyseliny ubývají. V hroznech a v moštu jsou kyseliny jednak volné, jednak vázané ve formě solí. Obsah kyselin v moštech a ve víně záleží na zralosti hroznů, na odrůdě a na ročníku a kolísá od 6 do 15 g l<sup>-1</sup>.

#### 1.3.1 Kyselina vinná

Kyselina vinná je nejdůležitější kyselina v moštu a ve víně. Je ve všech částech hroznů. 1 kg listů obsahuje 13 až 16 g kyseliny vinné. Její množství se v hroznech zvyšuje, avšak jedna její část se váže ve formě vlnanu draselného (vinného kamene). Ve zralých hroznech se kyselina vinná již netvoří, ale váže se na vápník ve formě těžko rozpustné vápenaté soli

kyseliny vinné. Na rozpustnost vápenaté soli kyseliny vinné má vliv teplota a alkoholové kvašení. Prokvašením moštu na víno a snížením teploty se většina solí kyseliny vinné vysráží. Kyselina vinná má dva asymetrické uhlíky a může se vyskytovat v několika formách



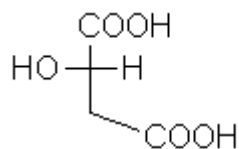
Obr. 5. Formy kyseliny vinné

V přírodě se vyskytuje pouze kyselina vinná pravotočivá, tedy L-vinná, acidum tartaricum.

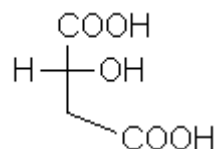
Kyselina vinná a její soli mají kromě toho, že působí na chuť vína, také velký vliv na biochemické procesy probíhající při tvorbě vína. Kyselina vinná a její soli mohou při výrobě vína někdy způsobit i obtíže, protože po skončení kvasného procesu se kvantitativně vysráží vínan draselný a vínan vápenatý. Jejich vysrážení pokračuje i při zrání vína a může pokračovat ještě v láhvi, kde je však velmi nežádoucí, protože ve víně vznikne zákal. Používají se různé způsoby preventivního odstraňování vínanů. Je to buď vymrazení a následující oteplení, přičemž se přebytečné vínany vysrážejí, nebo použití ionexů, při čemž se naopak odstraní část draslíku, který se vymění za sodík. Používá se i kyselina mesovinná, která, přidána do vína, zabraňuje po určitou dobu, asi po 2 až 3 měsíce, krystalizaci vínanů. V nepříznivých ročních období, kdy je obsah kyselin příliš vysoký, odstraňuje se část kyseliny vinné uhličitanem vápenatým.

### 1.3.2 Kyselina jablečná

Kyselina jablečná (monohydroxyjantarová) má jeden asymetrický uhlík, takže se vyskytuje ve dvou opticky aktivních formách jako kyselina L- a D-jablečná a v jedné formě inaktivní jako racemická kyselina D-L-jablečná.



kyselina L-jablečná



kyselina D-jablečná

Obr. 6. Formy kyseliny jablečné

Kyselina jablečná se ve víně vyskytuje jako L-jablečná. Patří po kyselině vinné k nejdůležitějším kyselinám ve víně. Je obsažena v bobulích hroznů, v listech a třapínách. Je méně stálá než kyselina vinná, protože při vyšší teplotě je málo odolná vůči kyslíku. Její obsah v hroznech klesá během zrání dýcháním; část kyseliny se neutralizuje zásadami ve formě solí a část se mění okysličením. Průměrný obsah je 3 až 5 g l<sup>-1</sup>. Vzájemný poměr obou kyselin závisí i na vegetačním období. Víno z lepších ročníků, lépe vyztřelé, obsahuje zpravidla méně kyseliny jablečné, zatímco víno z horších ročníků jí obsahuje více. Vyšší obsah této kyseliny se sníží jablečno-mléčným kvašením, které probíhá až po zkvašení vína.

### 1.3.3 Kyselina citronová

Kyselina citronová je trikarboxylová kyselina. Je obsažena již v nezralých bobulích hroznů. Zráním se její obsah nemění. Obsah kyseliny citronové v moštu se udává množstvím do 0,7 g l<sup>-1</sup>; množství závisí na odrůdě. Vína z jižních oblastí obsahují obvykle více kyseliny citronové.

### 1.3.4 Kyselina jantarová

Kyselina jantarová HOOC-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH se vyskytuje v nezralých bobulích hroznů v množství 0,2 g kg<sup>-1</sup>.

### 1.3.5 Kyselina glykolová

Kyselina glykolová CH<sub>2</sub>(OH)-COOH se vyskytuje v některých gruzínských vínech, zvláště v nezralých bobulích. Její oxidací vzniká kyselina šťavelová.



### 1.3.6 Kyselina šťavelová

Kyselina šťavelová HOOC-COOH je obsažena zvláště v hroznových bobulích v podobě vápenaté soli.

## 1.4 Třísloviny a jiné fenolové látky

Třísloviny, obsažené v hroznech a ve víně, patří do skupiny fenolových látek. Fenolové látky mají významnou úlohu při vytváření chuti a charakteru vína. Jejich chemické složení je různé. I názory na tvorbu těchto látek v hroznech a ve víně se různí. Fenolové látky se dělí podle účinku a chemických vlastností ve víně.

### 1.4.1 Fenolové kyseliny

K *fenolovým kyselinám* patří tyto kyseliny: p-hydroxybenzoová, protokatechová, vanilínová, galová, syrinová, salicylová, p-kumarová, kávová a ferulová. Jsou v hroznech a moštu volné, zejména však vázané s některými anthokyaniny a tříslovinami. Jejich obsah záleží na odrůdě hroznů.

### 1.4.2 Flavonoly

Flavonoly, ke kterým patří kvercetin, kvercitrin a myricitin, jsou obsaženy zejména v třápinách červených a bílých odrůd hroznů. V moštu a ve víně hydrolyzují a zároveň se odštěpuje příslušný monoglukosid.

### 1.4.3 Anthokyaniny

Anthokyaniny se vyskytují v přírodě v glykosidické formě. Původní varevná složka, tzv. aglykon (anthokyanidin), je vázána na glycid, zejména na D-glukosu, D-galaktosu, méně na L-arabinosu a L-rhamnosu. Je-li vázána jedna molekula cukru na jednu molekulu aglykonu, mluvíme o *monoglykosidech*; vážou-li se dvě molekuly cukru s jednou molekulou aglykonu, mluvíme o *diglykosidech*. Ušlechtilé evropské odrůdy révy obsahují anthokyaniny ve formě monoglykosidů, popřípadě pouze stopy diglykosidů, kdežto americké odrůdy nebo hybridy obsahují kromě monoglykosidů i diglykosidy.

K anthokyaninům ve formě monoglykosidů patří delfinium, perunicin, malvidin a peonidin. Podstatnou část, až 70 %, tvoří malvidin. Tvorba a změny anthokyaninů v hroznech závisí na stupni jejich zralosti. Zráním se obsah anthokyaninů zvyšuje, ale při přezrávání

klesá, protože se vytvářejí *humnové látky*. Tyto změny možno zjistit i vizuálně, protože červená vína z přezrálých hroznů mají méně barevný odstín.

Kromě stupně zralosti mají na tvorbu anthokyaninů vliv další faktory. Barva a její intenzita záleží na příslušném aglykonu, dále na pH a na přítomnosti kovů, které vytvářejí ve víně komplexy. Důležitý je způsob zpracování hroznů. Barviva, resp. Anthokyaniny jsou obsaženy zejména ve slupkách bobulí. Mají-li se proto v maximální míře získat, musí se buňky slupek rozrušit, aby se anthokyaniny uvolnily. Neznámější způsoby uvolňování barviv jsou rozdrcení na mlýnkovém odzrňovači a nakvašení rmutu. Velkým význam při vytváření a udržení červeného barviva v moštu a ve víně má ošetření oxidem siřičitým, který se používá jako antioxidační a antiseptické činidlo. Barvivo se účinkem kyseliny siřičité částečně odbarví a přejde na bezbarvou formu, další reakcí – oxidací  $\text{SO}_2$  na  $\text{SO}_3$  se barvivo znovu objeví a má intenzivní a sytý odstín. Z toho je zřejmé, že reakce je reverzibilní.

Kromě anthokyaninů, které jsou zbarveny červeně, je v hroznech, a tedy i v moštu, *barvivo zelené a žluté*. Zelené barvivo má dvě složky, a to modrozelený a žlutozelený chlorofyl. *Chlorofyl* se tvoří v hroznech při jejich růstu; s postupným dozráváním se jeho obsah v buňkách bobulí zmenšuje a při úplné zralosti hroznů se rozpadává. Ale může se nalézt ještě v buňkách slupek. Velká část chlorofylu je v nezralých třápinách a pravděpodobně způsobuje i nepříjemnou příchut', která se obvykle přičítá tříslovinám. Vniká do moštu při velmi silném lisování hroznů. Ke žlutým barvivům hroznů a moštu patří karoten a xantofyl.

*Karoten* je nenasycený uhlovodík ( $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ ), charakterizovaný třemi izomery,  $\alpha$ -,  $\beta$ - a  $\gamma$ -; má 11 dvojných vazeb. *Xantofyl* je  $\alpha$ -derivát karotenu.

#### 1.4.4 Třísloviny

Třísloviny ve víně řadíme k polyhydroxyfenolům. Dělíme je na hydrolyzovatelné a kondenzované. *Hydrolyzovatelné* třísloviny vytvářejí chemickou nebo enzymovou hydrolýzou glukosu a kyselinu galovou nebo digalovou. Kondenzované třísloviny se nedají dělit hydrolýzou, neboť nemají povahu esterů jako skupina hydrolyzovatelných tříslovin, proto jádra kondenzovaných tříslovin jsou mezi sebou spojena uhlíkovými vazbami. K tříslovinám patří katechol, galokatechol, leukokyanidin a leukodelphinidin.

*Katechol* má dva asymetrické uhlíky a existuje v několika formách: ve dvou racemických a čtyřech isomerních. V hroznech jsou katecholy jednak volné, jednak kondenzované. Kate-

choly v monomerní formě nemohou vysrážet bílkoviny, pouze kondenzáty, které vznikají oxidací a reagují ve víně s bílkovinami.

*Leukoanthokyaniny* mají podobné vlastnosti jako pravé třísloviny a liší se chováním od tříslovin na bízi katecholů. Ve víně jsou leukoanthokyaniny obsaženy ve formě polymerů.

Vlivem enzymu polyfenoloxydasy způsobují leukoanthokyaniny s katecholy hnědnutí moštů a vín. Je-li přítomna kyselina askorbová – vitamín C, redukuje vzniklé meziprodukty a zabraňuje tím hnědnutí vína. Jakmile je však vitamín C spotřebován, nastává intenzivnější oksyločování tříslovin. Hnědnutí moštu a vína vlivem polyfenoloxydasy se může zabránit též přidáním oxidu siřičitého nebo odstraněním části polyfenolových látek, to je umožněno polyvinylpyrolidonem nebo bentonitem.

## 1.5 Dusíkaté látky

K nejdůležitějším látkám ve víně patří dusíkaté látky. Z hroznů se dusíkaté látky dostávají spolu s ostatními látkami do moštu a odtud do vína. Z velkého počtu dusíkatých látek mají pro vinařskou technologii význam zejména látky, které se účastní na vytváření charakteru vína. Některé z dusíkatých látek v moštu se během kvašení zcela spotřebují (amonné soli spotřebované při alkoholovém kvašení jako výživa kvasinek), jiné, například aminokyseliny, se mění zčásti v příslušné alkoholy nebo kyseliny. Během kvasného procesu se však vytvářejí i nové dusíkaté sloučeniny, syntetizované mikroorganismy při tvorbě jejich buněčné hmoty. Metabolismu dusíkatých látek se kromě kvasinek účastní i vlastní mikroorganismy, např. mléčné bakterie, které za určitých podmínek plně využívají některé dusíkaté látky.

Rozdělení dusíkatých látek ve víně:

- a) *Proteidy*, které mají molekulovou hmotnost nad 10 000 a jsou ve víně přítomny ve formách koloidů. Jejich obsah nepřesahuje 3 %.
- b) *Albumosy* a *peptony*. Albumosy jsou obsaženy zejména v mošttech a v mladých bílých vínech, kde změnou teploty koagulují, a tím mohou vyvolávat zákaly. Naproti tomu peptony se zachovávají rozpustnou formu.
- c) *Polypeptidy* vzniklé polymerací aminokyselin. Jsou to nejdůležitější dusíkaté látky ve víně, protože tvoří 60 až 90 % organicky vázaného dusíku.

- d) *Aminokyseliny*. Jsou ve víně volné i vázané na dusíkaté sloučeniny. Pocházejí z hroznů a vznikají i při autolýze kvasinek.
- e) *Amidy*. Jsou ve víně kromě asparaginu a glutaminu zastoupeny některými dalšími organickými amidy.
- f) Kromě uvedených dusíkatých sloučenin je v moštu a ve víně přítomen *dusík, vázaný organických amonných solích*.

Dusíkaté látky v moštu spolupůsobí při vytváření buketu, chuti i barvy vína. Při procesu kvašení i zrání vína probíhají složité hydrolytické a oxido-redukční reakce.

Množství dusíkatých látek v moštu a ve víně kolísá v závislosti na několika podmínkách, jako jsou charakter, druh a půda vinice, způsob hnojení, množství srážek v průběhu vegetace, odrůda révy vinné a technologický postup při výrobě vína. Slupky a semena obsahují mnohem více dusíkatých látek než mošt. Samotok obsahuje nejméně dusíkatých látek. Zvyšováním tlaku při lisování se zvyšuje obsah dusíkatých látek v moštu. V hroznech je průměrně 600 až 2400 mg kg<sup>-1</sup> a v moštech 200 až 1400 mg l<sup>-1</sup> dusíku.

Komplex dusíkatých látek ve víně není stálý, vlivem biochemických reakcí, probíhajících při kvašení a zrání vína, se obsah forem dusíku mění. Podle druhu těchto biochemických reakcí (hydrolyza, deaminace apod.) může obsah dusíku klesat. Zástupci aminokyselin ve víně jsou alanin, arginin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin, histidin, leucin, isoleucin, lysin, methionin, ornithin, fenylalanin, prolin, serin, threonin, tyroxin a valin. Kromě těchto aminokyselin byl ve víně zjištěn cystein a kyselina  $\gamma$ -aminomáselná.

## 1.6 Pektinové látky

Pektinové látky se vyskytují v přírodě zejména v ovoci, také v hroznech. Nezralých hroznech je obsažen *protopektin*. Při zrání hroznů se protopektin mění vlivem kyselin a enzymu pektasy na pektin.

Chemicky se pektiny považují za deriváty polygalakturonových kyselin, jejichž karboxylové skupiny jsou částečně esterifikovány methanolem. Ušlechtilé hrozny obsahují poměrně málo pektinů 1 až 2 g l<sup>-1</sup>. Z chemické stránky jsou pektinové látky vlastně karboxylové kyseliny polysacharidů, založené na D-laktose a D-glukose. Pektiny a kyselina pektinová jsou za přítomnosti kyselin a cukru schopny tvořit rosol. Působí proto jako ochranné koloidy a znemožňují tak ošetřování vína. Při zpracování hroznů s vyšším obsahem pektinů je

výlisnost moštu velmi nízká. Přidáme-li však do rmutu pektolytický přípravek, který pektiny rozruší, zvýší se podstatně výtěžnost moštu a rychlost lisování, i když pektin zabraňuje sedimentaci a koagulaci koloidních látek, protože působí jako ochranný koloid.

Údaje o obsahu pektinu v hroznech a v moštu bývají velmi rozdílné, protože obsah pektinu záleží na odrůdě hroznů. Ušlechtilé evropské odrůdy pěstované v ČR obsahují velmi málo pektinů, které v praxi nepůsobí potíže.

## 1.7 Enzymy

Enzymy jsou biologické katalyzátory tvořené živou buňkou, které už ve velmi malém množství urychlují některé reakce probíhající v moštu a ve víně. Procesy probíhající v hroznech, v moštu a ve víně působením enzymů mohou být pozitivní nebo negativní. Mezi pozitivní enzymové procesy patří inverze sacharosy na glukosu a fruktosu, dále štěpení pektinových látek a účinek proteolytických enzymů. Nepříznivé působí zejména zvýšená činnost polyfenoloxidas, která způsobuje hnědnutí vína. V moštu jsou zejména tyto enzymy: polyfenoloxidasa, katalasa, alkoholdehydrogenasa, askorbasa a cytochromoxidasa.

Dnes jsou známy způsoby, které umožňují zpomalovat nebo urychlovat enzymové reakce v moštu a víně. Účinek enzymů lze potlačit zejména zabráněním přístupu vzduchu, rychlým zpracováním a použitím oxidu siřičitého.

## 1.8 Vitamíny

Čerstvé hrozny obsahují maximální množství vitamínů, zejména skupiny B. Při zpracování hroznů přecházejí vitamíny lisováním do moštu. Část jich však zůstává nevyužita ve slupkách a v hroznových výliscích. Vitamíny se aktivně účastní fyzikálně chemických a biochemických procesů při přeměně moštu na vína. Během těchto procesů se jich část spotřebuje nebo změní. Při dokvašování vína se může obsah některých vitamínů zvýšit.

Nejdůležitější vitamíny při výrobě vína a jejich úkoly:

*Kyselina askorbová – vitamín C*

Je důležitý činitel při oxidačně-redukčních procesech v buňce. V moštu a ve víně má podobný účinek jako oxid siřičitý, zabraňuje oxidaci moštu a vína.

*Thiamin – vitamín B<sub>1</sub> (aneurin)*

Tento vitamín využívají kvasinky během kvasného procesu. Při zrání vína se vlivem autolýzy kvasinek jeho obsah opět zvyšuje. Nepříznivý vliv na obsah vitamínu B<sub>1</sub> má oxid siřičitý, který ho rozkládá.

#### *Riboflavin – vitamín B<sub>2</sub> (laktoflavin)*

Spolu s ostatními z komplexu B-vitaminů spolupůsobí při kvašení vína. Kvašení neovlivňuje podstatně jeho obsah a autolýzou kvasinek se může naopak zvýšit.

#### *Kyselina nikotinová a nikotinamid – vitamín B<sub>3</sub>*

Obě tyto látky působí při kvašení moštu, přičemž se jejich obsah snižuje. Během zrání se obsah kyseliny nikotinové ve víně nemění.

#### *Kyselina pantotenová – vitamín B<sub>5</sub>*

Je obsažena v hroznových bobulích ve vázaných formách. Během kvasného procesu se jejich obsah snižuje na 25 až 50 % původního množství.

#### *Pyridoxin – vitamín B<sub>6</sub>*

Účastní se metabolických procesů při přeměnách aminokyselin

#### *Kyselina listová – B<sub>9</sub>*

Ve víně je ve volné formě, z hroznů přechází do moštu, kde se její obsah kvašením nemění.

#### *Kobalaminy – skupina vitaminů B<sub>12</sub>*

Kobalaminy jsou obsaženy rovněž v hroznech a v moštu. Při kvašení se uvolňují.

#### *Biotin – vitamín H*

Biotin rovněž zpracovávají kvasinky, a proto je ve víně jen v malém množství.

#### *Bioflavonoidy – vitamín P*

Jsou v hroznech i ve víně

## **1.9 Aromatické a buketní látky**

Aromatické a buketní látky jsou důležité při sensorickém hodnocení vína. Názory na vývoj a vytváření aromatických a buketních látek byly různé. Dnes se pokládá za nejpravděpodobnější, že aromatické látky se tvoří převážně ve slupkách hroznů. Tvorba těchto látek je

podmíněna určitými činiteli, jako je teplota, zrání hroznů a jejich zdravotní stav. Nejvíce aromatických látek obsahují hrozny v době plné zralosti. V přezrálých hroznech se buňky slupek rozrušují a obsah aromatických látek ve víně se snižuje. Poškozené a nahnilé hrozny mají nižší obsah aromatických látek. Ani velmi vysoké teploty při zrání hroznů nemají příznivý vliv na vývoj aromatických a buketních látek ve víně.

Jednotlivé odrůdy révy vinné se vyznačují charakteristickým buketem a arómatem, které jsou každý rok téměř stejné. Malé změny jsou způsobeny jsou způsobeny zvláštnostmi vegetačního období, nestejnou zralostí hroznů apod. K nejaromatičtějším odrůdám hroznů patří Tramín, Muškát Otonel a Sauvignon, které mají svůj typický odrůdový buket a aroma. Také jiné odrůdy, zejména Ryzlink rýnský a některé další se vyznačují jemným specifickým arómatem. Na vývoj aromatických látek v hroznech má vliv i přítomnost ušlechtilé plísňe *Botrytis cinerea*, která někdy zcela eliminuje odrůdový buket a charakter hroznů a dává vínu specifickou chuť a vůni.

Aromatické látky můžeme rozdělit podle jejich tvorby na:

- a) primární aromatické látky obsažené v hroznech a přecházející do moštu a do vína,
- b) sekundární aromatické látky, které vznikají činností mikroorganismů v průběhu alkoholového kvašení,
- c) aromatické látky, které vznikají při zrání a ošetřování vína vzájemným působením nebo použitím speciálních technologií,
- d) aromatické látky, vznikající vzájemným slučováním uvedených aromatických látek.

Přehled aromatických látek, které byly prokázány v hroznech a mošttech některých odrůd:

#### *Terpeny*

Terpeny  $\beta$ -myrcen,  $\alpha$ -cymen a kimonem jsou produktem biosyntézy růstu hroznů.

#### *Alkoholy*

Aróma a buket vína pomáhají vytvářet některé volné nebo esterifikované alkoholy, jako například methanol, ethanol, n-propanol, n-butanol, isobutylalkohol, isoamylalkohol, n-hexanol, 2-hexanol, 3-hexanol, isohexylalkohol, 2-heptanol, oktanol, isooktylalkohol, 2-fenylethanol, geraniol, terpineol.

### *Karboonylové sloučeniny*

Patří k nim formaldehyd, acetaldehyd, aceton, methylethylketon, methylpropylketon, diacetyl, p-benzaldehyd, vanilin

### *Estery*

K esterům patří mravenečnan methylnatý, octan methylnatý, octan ethylnatý, máselnan methylnatý, valerian ethylnatý, kapronan ethylnatý, kaprylan ethylnatý, lauran ethylnatý, antranilan methylnatý, ftalan butylnatý.

### *Těkavé kyseliny (octová, máselná, valerová)*

V malém množství jsou těkavé kyseliny normální produkt biosyntézy moštu a vína. Ester antranilan methylnatý je obsažen zejména ve vínech z hybridů. Množství aromatických látek v hroznech a budoucím moštu závisí na meteorologických vlivech.

## **1.10 Minerální látky**

Minerální látky, zejména některé mikroelementy patří k normálním produktům živých organismů. Minerální látky se do hroznového moštu dostávají jednak z půdy vinice, jednak při zpracování a uskladňování moštu a vína. Minerálních látek je v mošttech 3 až 5 g l<sup>-1</sup>. Nejvyšší podíl činí draslík, vápník a hořčík. Některé minerální látky, jako železo, jsou v miligramových množstvích. Některé pak se v moštu a víně vyskytují v stopovém množství, méně než 1 mg l<sup>-1</sup>, patří mezi ně titan, vanadium, stroncium, molybden, barium, kobalt, kadmium, nikl, chrom a další. Ve větším množství jsou v moštu obsaženy tyto minerální látky:

*Tab. 2. Obsah minerálních látek v moštu*

Kyselina fosforečná	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80 až 160 mg l <sup>-1</sup>
Kyselina sírová	SO <sub>3</sub>	40 až 100 mg l <sup>-1</sup>
Kyselina křemičitá	SiO <sub>2</sub>	20 až 40 mg l <sup>-1</sup>
Chlor	Cl	20 až 60 mg l <sup>-1</sup>
Draslík	K <sub>2</sub> O	500 až 900 mg l <sup>-1</sup>
Vápník	CaO	40 až 90 mg l <sup>-1</sup>



Hořčík	MgO	30 až 50 mg l <sup>-1</sup>
Sodík	Na <sub>2</sub> O	10 až 25 mg l <sup>-1</sup>
Železo	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4 až 20 mg l <sup>-1</sup>

Minerální látky se účastní biochemických a fyzikálně chemických procesů jako stopové prvky. Část se vysráží v průběhu kvašení a čištění vína, takže obsah minerálních látek ve víně je podstatně nižší než v původním moštu.

### 1.11 Tuky, vosky a oleje

Hroznový mošt obsahuje i tuky. Vznikají v hroznech a postupným zráním se jejich obsah zvyšuje. Hlavním zdrojem tuků jsou semena, ve kterých jsou 4 až 20 % oleje. Převážná část oleje zůstává v hroznových výliscích, takže v moštu zbude už jen malé množství. Vína z modrých odrůd obsahují větší množství oleje než vína z bílých odrůd. Ze semen zralých hroznů je možno získat 10 až 20 % (v průměru 16 %) oleje, a to lisováním nebo extrakcí. Olej z čerstvých hroznových výlisků je velmi jakostní a může se použít jako jedlý olej. Hlavní složky oleje jsou kyselina stearová, palmitová, linoleová a máselná.

Vykvašené víno obsahuje vždy více tuku než mošt. Do vína tuky přecházejí jednak z moštu, jednak z kvasinek, které obsahují až 7 % tuku. Tuky v moštu a ve víně se skládají zejména z glyceridů kyseliny olejové, máselné, palmitové a stearové. Přírodní vosky v moštu se skládají z volných mastných kyselin, z vysokomolekulárních alkoholů a z uhlovodíků parafinové řady. Vosky, které obsahují především slupky hroznů, mají během vegetace důležitou úlohu. Umožňují snadné stékání dešťové vody a zabráňují vypařování a vnikání mikroorganismů do hroznů. Ve 100 kg hroznů je 16 až 89 g vosku.

## 2 ÚPRAVA MOŠTU Z HLEDISKA OPTIMÁLNÍHO KVASNÉHO PROCESU

### 2.1 Síření moštu

Oxid siřičitý, který se používá k síření moštu, působí současně jako redukční a antiseptické činidlo. Je účinný rovněž proti enzymovým oxidacím. Enzymy způsobují, že oxidace probíhá velmi rychle, zejména v hroznovém rmutu, z kterého je mošt scezen, nebo ve vlastním moštu. Enzymovým oxidacím snadněji podléhají bílá vína z nahnílých hroznů i vína červená, jejich rmut byl nakvašován za přístupu vzduchu. V bílých vínech se oxidace změnou chuti a nahnědlou barvou, v červených vínech zhnědlou barvou a rozkladem anthokyanů.

Oxid siřičitý je velmi účinný prostředek proti enzymové oxidaci. Váže kyslík a zabraňuje tak okysličení ostatních složek vína. Antiseptický účinek  $\text{SO}_2$  je totiž silnější vůči bakteriím a divokým kvasinkám než vůči kvasinkám kulturním. K zabránění rozvoje bakterií, plísní a divokých apikulárních kvasinek stačí dávka 50 až 150  $\text{mg l}^{-1}$ . Právě kvasinky jsou inhibovány teprve dávkou 200 až 600  $\text{mg l}^{-1}$   $\text{SO}_2$ . Proto je oxid siřičitý velmi dobrý prostředek k síření moštů, zejména moštů z nahnílých anebo jinak poškozených hroznů, v nichž jsou nežádoucí mikroorganismy nejvíce rozšířeny.

Oxid siřičitý se váže i s cukry, zejména s glukosou, méně často s fruktosou, přitom vznikají vratné rovnovážné systémy. Poruší-li se rovnováha, vázaná forma  $\text{SO}_2$  se jako kyselina ketosiřičitá rozpadává a  $\text{SO}_2$  se uvolňuje, dokud se neustálí nová rovnováha.

V době aplikace dávky oxidu siřičitého zůstává jeho většina volná, váže se pouze v nepatrném množství. Po 48 hodinách se podíl vázaného oxidu siřičitého zvýší a to podstatně více ve vylisovaném moštu než v samotoku. Vázání oxidu siřičitého v moštu ovlivňují i jiné faktory.

Oxid siřičitý působí zejména na barevné a aromatické látky v moštu a zabraňuje jejich ztrátám. Vznikají sloučeniny, které částečně mění barvu moštu. Po skončení kvasného procesu se tyto sloučeniny rozpadávají a barviva získají zase svou původní intenzivní barvu. Stejný účinek má oxid siřičitý na aromatické látky. [4]

## 2.2 Provzdušňování moštu

Při provzdušňování se mošt obohacuje vzdušným kyslíkem, okysličuje se. Okysličování podporuje množení kvasinek a sedimentaci bílkovinných látek, pektinů a tříslovin. Provzdušňovat se mohou pouze zdravé mošty ze zdravých hroznů.

Nedoporučuje se provzdušňovat mošty pocházející z vadných, zvláště z nahnilých hroznů. Podléhají totiž snadno oxidačním enzymům, které vyvolávají jejich zhnědnutí. Další nebezpečí při provzdušňování vadných moštů hrozí z rozšíření aerobních mikrobů, které vyvolávají octové kvašení a neenzymové oxidační procesy. Proto se mají provzdušňovat pouze mošty z úplně zdravých a nepoškozených hroznů.

Způsob provzdušňování závisí na účinku, kterého se má dosáhnout. Obvykle stačí, teče-li mošt z lisu do kádě nebo do sběrné nádrže, odkud se čerpá do kvasných nádob. Je-li třeba dosáhnout při provzdušňování většího účinku, přelévá se mošt z nádoby do nádoby nebo se rozstříkuje v nádrži hadicí a kropící růžicí. Při vleklém kvašení moštu v cisternách a tančích způsobeném nedostatkem vzdušného kyslíku osvědčilo se i přidávání vzduchu kompresorem. [4]

## 2.3 Odkalování moštu

Kaly v moštu jsou zlomky slupek, třapin a pevných částí dužiny, které se do moštu dostávají lisováním. Z hlediska chemického složení obsahují tyto kaly třísloviny, dusíkaté látky, pektiny, celulosy, které se během kvašení ještě vyluhují, a vín dostává od nich nepříjemnou, neharmonickou chuť.

Odkalením moštu pře kvašením se zmírňují následky silného lisování. Bylo zjištěno, že odkalování moštu z bílých odrůd před kvašením má příznivý vliv na charakter budoucího vína, zejména na tvorbu aromatických látek.

Vlastní odkalování ovlivňuje výrobu vína v mnoha směrech. Odkalováním se odstraňuje i část oxidačních enzymů. Tím se snižuje stupeň oxidace v moštu a budoucím víně.

Odkalováním se též zpomaluje kvasný proces. Vysvětluje se to tím, že odkalením se odstraní část kvasinek, a dále tím, že odstraněním zákalových částic se zmenšuje vnitřní kvasný povrch. [4]

V současnosti se doporučuje snížit obsah kalů na maximálně 0,6 % objemu, od 1 % jsou patrné nečisté tóny ve víně. [5]

Jsou *čtyři hlavní způsoby odkalování*, a to odkalování statické, odkalování mechanické neboli dynamické, odkalování filtrací a odkalování flotací.

Odkalování možno zintenzívnit a podporovat oxidem siřičitým, ochlazováním nebo ohřevem moštu, dávkou enzymů nebo enzymových přípravků.

#### **a) Statické odkalování**

Statické odkalování je založeno na tom, že 24 až 48 hodin po vylisování moštu se zabrání kvasné činnosti. Mošt se silněji zasílí dávkou 100 až 150 mg l<sup>-1</sup> a nechá se při co možno nejnižší teplotě. Kaly v moštu klesají na dno a mošt se čistí.

Rychlost sedimentace kalů podléhá zákonům, které ovládají rychlost pádu částic v kapalinách.

Největší potíže při statickém odkalování moštů působí malá hmotnost kalových částic, která je téměř stejná jako průměrná hustota moštu. Tyto částice jsou v neustálém pohybu a vystaveny vzájemnému tření. To znesnadňuje jejich sedimentaci a usazování na dně.

Statické odkalování se urychluje také *ochlazením*. Mošt se ochladí na 5 až 10 °C a při této teplotě se nechá 24 i více hodin, dokud kaly nesedimentují. Nízká teplota brání rozmnožování kvasinek, zpomaluje kvasný proces a podporuje vysrážení zákalových částic. Ochlazování moštu se úspěšně používá při odkalování menších množství moštu. V podmínkách velkovýroby je však velmi nákladné.

Statické odkalování se zintenzivňuje také krátkodobým ohřevem moštu. Mošt se ohřeje a potom se znovu ochladí. Tím se tlumí růst a rozmnožování mikroorganismů a i kvasný proces. Teplo s následujícím ochlazením působí flokulací zákalových částic a urychluje sedimentaci a čištění moštu. Tepelně ošetřené mošty jsou méně náchylné k oxidaci a vína jsou odolnější vůči bílkovinovým zákalům.

Statické odkalování se urychluje *použitím různých enzymových přípravků*. Přípravky na bázi pektolytických enzymů štěpí pektiny a polysacharidy v moštu. Jsou účinné zejména v moštech s vysokým obsahem pektinů.

Enzymové přípravky nyní používané jsou zpravidla komplexem enzymů a vykazují aktivitu pektolytickou, proteolytickou, celulózní nebo i jiné enzymové aktivity.

Nevýhodou i nejdokonalejšího statického odkalování moštu je značné množství kalu, který zůstává a pohybuje se od 10 do 50 %.

#### **b) Odkalování dynamické (odstředivkou)**

Obtížná manipulace při statickém odkalování a potřeba velkého množství nádob nutí vinaře, aby statické odkalování nahradili dynamickým odkalováním pomocí odstředivky, přitom se využívá odstředivá síla.

Odstraňování kalových částic odstředivkou je tisíckrát rychlejší než sedimentace při statickém odkalování. Statické odkalování působí však lépe na kvalitu vína.

#### **c) Odkalování filtrací**

Odkalování moštu filtrací na *naplavovacích filtrech*, *kalolisech* nebo *vakuových filtrech* se ve velkovýrobě používá pouze ojediněle, protože je poměrně nákladné. Dává sice čirý mošt a vznikají při něm pouze malé ztráty, ale výkon je při něm nízký. Nejčastěji se používá kombinace dvou různých způsobů, například kombinace statického odkalování s filtrací.

#### **d) Odkalování flotací**

Tímto postupem dochází současně k úpravě tříslovin pomocí provzdušnění a přídavku želatiny, což se využívá při velkovýrobě s méně šetrným zpracováním hroznů. Do moštu je pod tlakem zaváděn plyn (dusík nebo vzduch). Po ukončení působení tlaku se vytvářejí malé bublinky, které přilnou k částicím kalu a s nimi plavou na hladině. Průběžně se snímá pěna vznikající na hladině. [4]

Odkalením moštu se odstraňují nejen zákalové částice, ale také značná část původní mikroflóry v moštu, takže odkalený mošt pomaleji kvasí. Ani zákvas čistou kulturou nevyvolává tak intenzivní kvašení, jaké probíhá v nedokonalém moštu.

Samotným zákvasem nelze obnovit rychlost zkvasitelnosti odkaleného moštu. To znamená, že při odkalování se neodstraňují pouze původní kvasinky, ale také jiné látky. Například dávka thiaminu ( $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ ) má velmi příznivý účinek na kvasný proces, zejména na začátku kvašení. V kombinaci s fosforečnanem amonným je pak působení thiaminu ještě výraznější. Zkvasitelnost se ještě více zvýší, použije-li se kyselina panthotenová v dávce  $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ . Uvádí se, že tyto dávky aktivátorů stačí zajistit dokvašení moštu a že průběh kvašení moštů s aktivátory se jen málo liší od kvašení neodkalkených moštů.

Menší zkvasitelnost odkaleného moštu je způsobena také tím, že odstranění kalických částic z moštu se zmenšil vnitřní kvasný povrch. Je totiž známo, že právě na drobných částech a úlomcích slupek a jiných pevných částí hroznů ulpívají kvasinky, které jsou tak rovnoměrně rozptýleny v celém objemu moštu.

Je samozřejmé, že na snížení zkvasitelnosti působí zejména stupeň odkalení moštu.

Odkalení moštu má příznivý vliv na kvalitu budoucího vína, protože zákalové částice, které vznikly při silném lisování hroznů, se z moštu odstraní a nemohou se vyluhovat. Vína z odkalených moštů jsou proto jemnější, harmonicky sladěná a méně náchylná na oxidaci, takže si udržují správnou barvu. [4]

## 2.4 Úpravy cukernatosti moštu

V létech s příznivými meteorologickými podmínkami mají hrozny většinou přiměřenou kvalitu (18 až 21 °Kl) a není nutné je upravovat. V létech s nepříznivými klimatickými podmínkami, s malým množstvím slunečných dní, s nízkou teplotou a malým množstvím vodních srážek mívají některé mošty nízkou cukernatost.

Kvalita moštu a budoucího vína se posuzuje zejména podle poměru obsahu cukru a kyselin v hroznech. V příznivých létech bývá poměr takový, že mošty nepotřebují před kvašením zvláštní úpravu. V nepříznivých vegetačních podmínkách obsahuje mošt nižší procento cukru a mnoho kyselin. Z takových moštů jsou po vykvašení slabá a neharmonická vína, která se obtížně udržují delší dobu nepoškozená, neboť podléhají nežádoucím mikrobiologickým změnám. [3]

Na zvýšení cukernatosti o 1 °Kl je třeba na 1 hl moštu 1,25 kg cukru a o 1 °Oe 0,24 kg. 1 kg cukru zvýší objem moštu 0,6 l. Potřebné množství cukru je možno vypočítat ze vztahu, že přidáním 1,9 kg suchého řepného cukru do 1 hl moštu vznikne jeho prokvašením 1 % obj. alkoholu nebo přicukřením o 1 °Kl se zvýší obsah alkoholu o 0,66 % obj. [7]

V ČR platí zákon č. 321/2004Sb, podle kterého lze zvýšit cukernatost v moštu určeného k výrobě stolního vína a jakostního vína (nikoliv vína s přívlastkem). [5,11]

## 2.5 Odkyselování moštu

Mošt z hroznů, které dozrávaly v nepříznivých meteorologických podmínkách, obsahuje obvykle větší množství kyselin, které bývá ve spojitosti s malým obsahem cukru. Nejvíce kyselin je v moštu z nedozrálých hroznů.

Nejdůležitější kyseliny v moštu jsou kyselina vinná a kyselina jablečná. Během růstu a zrání hroznů se obě tyto kyseliny částečně odbourávají. Kyselina vinná se vysráží hydroxidem draselným na kyselý vínan draselný a kyselina jablečná se vlivem bakterií štěpí na kyselinu mléčnou. Víno tak ztrácí na kyselosti. Je-li v moštu vysoký obsah kyselin, doporučuje se zpravidla část jich odstranit.

Z pravidla se zastává názor, že je výhodnější odkyselovat mošt než hotové víno. Všechny dovolené zásahy do moštu mají totiž vždy příznivější vliv na kvalitu budoucího vína než zásahy do hotového vína. [1]

### 2.5.1 Odkyselování uhličitanem vápenatým

K odkyselování moštu se používá uhličitan vápenatý  $\text{CaCO}_3$ . K odstranění 1 ‰ kyselin v 1 hl moštu je zapotřebí 67 g uhličitanu vápenatého, tj. 100 g kyseliny vinné váže 67g uhličitanu vápenatého a vzniká vínan vápenatý. Kyselina jablečná, která tvoří značný podíl zejména ve vínech s vyšším obsahem kyselin, se uhličitanem vápenatým nevysráží. Uhličitan vápenatý totiž tvoří s kyselinou jablečnou v moštu jablečnan vápenatý, který je na rozdíl od vínanu vápenatého ve víně rozpustný a dodává moštu i vínu nepříjemnou chuť. Proto se mají vína, resp. Mošty odkyselovat pouze tak, aby v 1 l růstal alespoň 1 g kyseliny vinné. To stačí, aby chuť vína nebyla jablečnanem vápenatým nepříznivě ovlivněna. [2]

### 2.5.2 Odkyselování acidexem

Byla vypracována metoda odkyselování moštu vápenatou solí, tzv. acidexem, kterou se vysráží současně kyselina vinná i kyselina jablečná ve formě vápenatých podvojných solí. Tímto postupem se dá libovolně odkyselit mošt, který má i mimořádně vysoký obsah kyselin. Odkyselování moštu se provádí uhličitanem vápenatým. Při určité hodnotě pH se kromě vínanu vápenatého vysráží i stejné množství jablečnanu vápenatého. Dosáhne se toho tím, že část moštu se neutralizuje dávkou uhličitanu vápenatého, a přitom se vyloučí podvojná sůl, která velmi rychle sedimentuje, odstraní se z moštu a mošt se scedí s neodkyselenou částí moštu. Tak se rovnoměrně sníží obsah kyselin.

Vysrážení kyseliny jablečné závisí na obsahu kyseliny vinné v moštu. Čím víc kyseliny vinné mošt obsahuje, tím víc kyseliny jablečné se dá ve formě vysrážené podvojně soli zneutralizovat a z moštu odstranit. [4]

### **2.5.3 Odkyselování scelováním vín**

Nejjednodušší způsob snižování obsahu kyselin ve vínech nebo v mošttech s vysokým obsahem kyselin je scelování s moštem nebo vínem s nízkým obsahem kyselin. Scelovat se mohou pouze mošty nebo vína stejné jakostní třídy hroznů, popřípadě ve směsích. [4]

## **2.6 Okyselování moštu**

Přiměřený obsah kyselin v moštu přispívá k celkové harmoničnosti vína a mošt a víno do určité míry konzervuje. Z moštů s velmi nízkým obsahem kyselin prokvasí neharmonická a mdlá vína, která snadno podléhají různým chorobám a vadám.

Při ošetřování moštů s nízkým obsahem kyselin je třeba dbát především na to, aby se vyloučily všechny faktory, které usnadňují odbourávání kyselin ve víně. V praxi se k tomu používá zejména silnější síření a rychlejší stažení mladého vína z kvasnic. Také je možno scelovat mošty s nízkým obsahem kyselin s mošty s vyšším obsahem kyselin.

Kyselost moštu se zvyšuje sádrováním nebo fosfátováním. Při sádrování se sklizené hrozny posypou dávkou sádry (130 až 300 g hl<sup>-1</sup>). Při fosfátování se posypou fosforečnanem vápenatým. [4]

## **2.7 Přidávání bentonitu do moštu**

Bentonitem se odstraňují bílkoviny, které způsobují ve víně zákaly. Jde tedy o preventivní ošetření proti bílkovinným zákalům. Dávka bentonitu do moštu vytváří optimální podmínky pro eliminaci termolabilních bílkovin. Tím se dosáhne preventivního ošetření proti bílkovinným zákalům

Stupeň eliminace bílkovin ovlivňuje řada faktorů.

Během kvašení přichází bentonit do styku se vším moštem, resp. budoucím vínem. I vyšší teplota, která vzniká v průběhu kvasného procesu, příznivě ovlivňuje eliminaci bílkovin.



Izoelektrický bod a hodnota pH jsou v moštu bližší než ve víně, kde je hodnota pH vyšší. Čím blíže jsou hodnoty izoelektrického bodu a pH, tím rychleji se vylučují termolabilní bílkoviny. [2]

### 3 BIOCHEMICKÉ PROCESY PŘI VÝROBĚ VÍNA

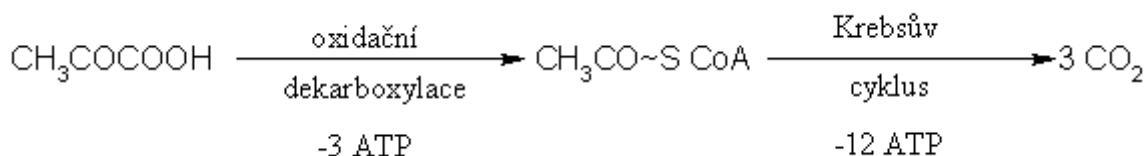
Při výrobě vína probíhají biochemické reakce, kterými mikroorganismy, kvasinky a bakterie přeměňují různé chemické složky moštu a vína. K těmto biochemickým reakcím patří zejména alkoholové kvašení, vytváření vedlejších produktů kvašení, jablečno-mléčné kvašení a různé další změny, zpravidla i nepříznivé, vznikající ve víně působením bakterií.

Biochemické procesy vyvolávají změny chemického složení mošt a vína. Změny mohou být příznivé, někdy však i nepříznivé. Proto je nutné znát biochemické přeměny v moštu a víně, aby bylo možné jejich vliv usměrnit.

Biochemické procesy, které probíhají v moštu a ve víně mohou být aerobní, tj. *za přístupu vzduchu*, nebo *anaerobní – bez přístupu vzduchu*.

K aerobním přeměnám cukru a dále kyseliny pyrohroznové patří respirace neboli dýchání kvasinek.

Kyselina pyrohroznová pocházející z glykolýzy se oxidativně dekarboxyluje na aktivní kyselinu octovou ve formě acetylkoenzymu A, který vstupuje do Krejsova cyklu reakcí s kyselinou oxaloctovou za vzniku kyseliny citronové a postupně se odbourá na oxid uhličitý a vodu podle rovnice



Obr. 7. Krebsův cyklus

Jedna molekula cukru dodává při respiraci buňce energii dvacetkrát větší, než je energie, která se uvolňuje kvašením. Proto také buňky při respiraci mnohem rychleji rostou.

Ve víně může probíhat aerobní oxidace ethanolu vlivem octových bakterií, při níž se ethanol mění na kyselinu octovou. Aerobní oxidace ve víně probíhá také účinkem mázdrových kvasinek. Nastává křisovatění vína, které je častější zejména ve vínech s nízkým obsahem ethanolu. Křisovatění víno znehodnocuje.

Oxidační schopnost některých kvasinek rodu *Saccharomyces* je využita při výrobě speciálních vín sherry, kdy se ve víně vytvářejí zvláštní chuťové a buketní látky.

Většina biochemických procesů v moštu a ve víně má anaerobní charakter. Odbourávání sacharidů při kvašení hroznového moštu probíhá rovněž bez přítomnosti kyslíku. Ačkoliv je to fermentace anaerobní, je přece zapotřebí malého množství kyslíku k rozmnožování kvasinek. [4]

### 3.1 Alkoholové kvašení

Alkoholové kvašení je známo již od pradávna, jeho základní příčiny byly však objasněny až v sedmnáctém století. *Johan Becker* v roce 1669 dokázal, že kvasí pouze roztoky, které obsahují cukr. Rozeznával alkoholové a kyselé kvašení čili kysání. Později v sedmnáctém století *Lavosier* ve známém zákonu o zachování hmoty uvádí, že cukr se kvašením mění na ethanol, oxid uhličitý a kyselinu.

V pracích z roku 1810 a 1815 upřesňuje *Gay-Lusac* formulaci alkoholového kvašení, při kterém se jedna molekula cukru štěpí na dvě molekuly ethanolu a na dvě molekuly oxidu uhličitého. Tato formulace platí dodnes jako vztah pro teoretickou výtěžnost.



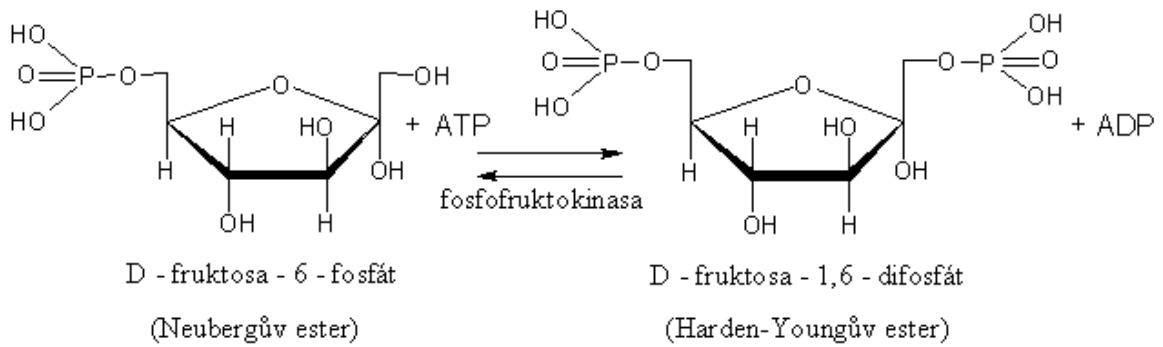
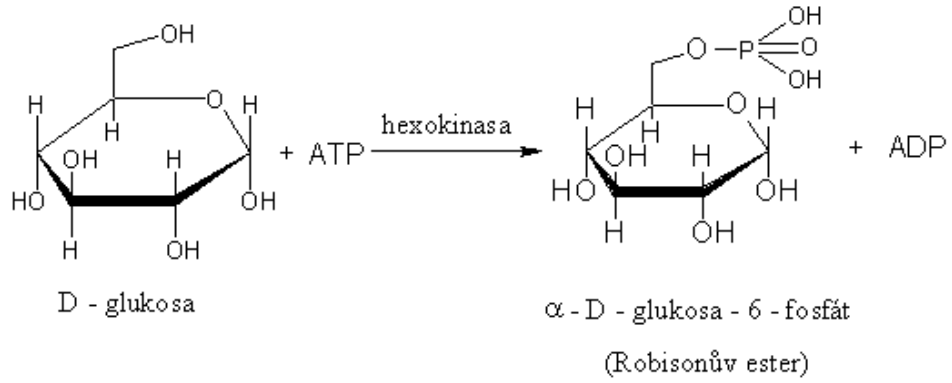
Přeměnou cukru na ethanol se blíže zabýval *Pasteur*, který v roce 1860 dokázal, že v procesu alkoholového kvašení vznikají kromě ethanolu a oxidu uhličitého ještě vedlejší produkty, a to glycerin a kyselina jantarová. Dokázal rovněž, že část cukru spotřebují ke svému růstu kvasinky.

Začátkem dvacátého století se podařilo blíže objasnit procesy alkoholového kvašení. Bylo dokázáno, kvašení zahrnuje složité enzymové procesy, v kterých vzniká mnoho meziproductů a vedlejších produktů. [13]

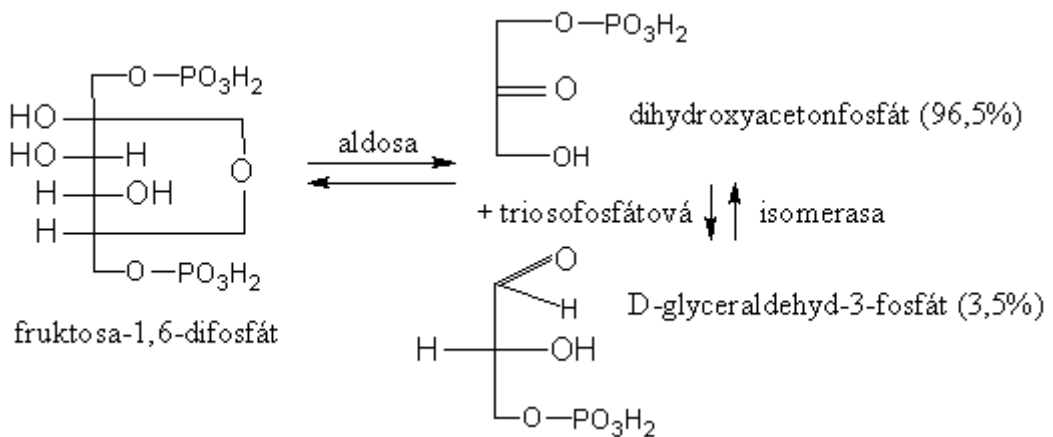
Průběh reakcí alkoholového kvašení je v zásadě tento:

- a) fosforylace cukru (vznik fosforečných esterů hexos),
- b) štěpení fosforylovaného cukru na triosy (glyceraldehydfosfát a dihydroxyacetonfosfát),
- c) oxidoredukce trios,
- d) defosforylace trios,

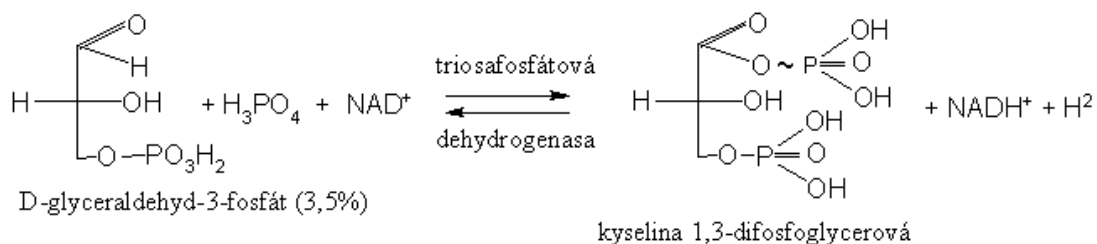
- e) dekarboxylace kyseliny pyrohroznové (vznik acetaldehydu a CO<sub>2</sub>)  
 f) redukce acetaldehydu (znik ethanolu)



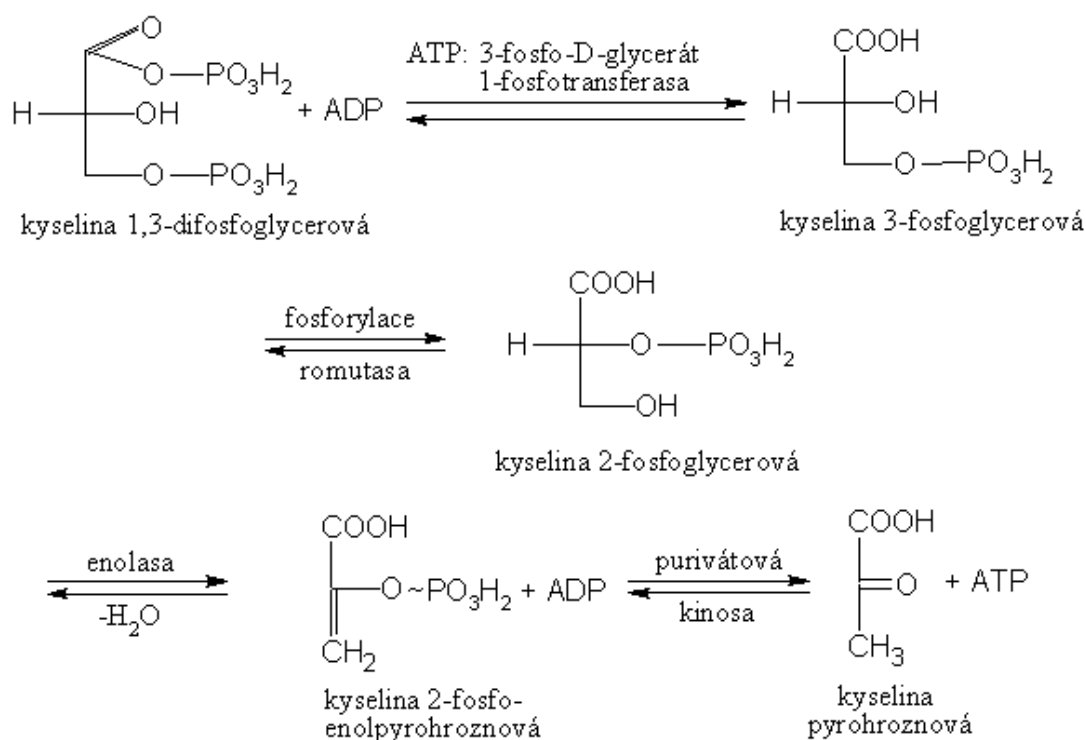
Obr. 8. Fosforylace cukru



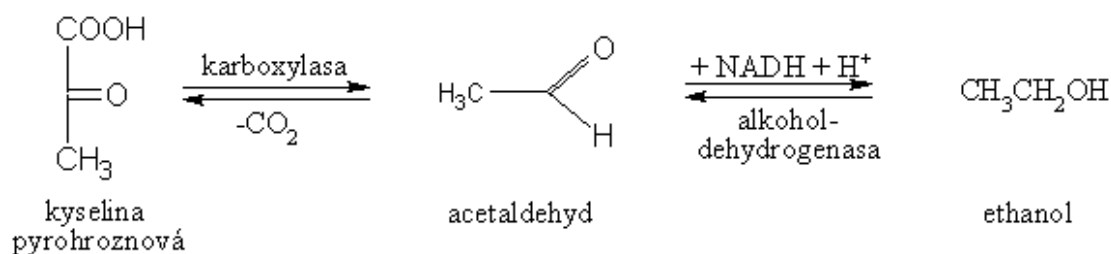
Obr. 9. Štěpení fosforylovaného cukru na triosy



Obr. 10. Oxidoredukce trios



Obr. 11. Defosforylace trios (vznik kyseliny pyrohroznové)



Obr. 12. Dekarboxylace kyseliny pyrohroznové

Vlivem hexokinasy za účasti ATP se hexosa fosforyluje na glukosa-6-fosfát (Robinsonův ester). Enzym glukosafosfátová isomerasa vyvolává přesmyk glukosa-6-fosfátu na frukto-

sa-6-fosfát (Neubergův ester), který se dále fosforyluje enzymem fosfofruktokinase na fruktosa-1,6-difosfát neboli Harden-Youngův ester.

Vlivem aldolasy se štěpí Harden-Youngův ester na dvě tříuhlíkaté fosforylované sloučeniny: dihydroxyacetonfosfát a glyceraldehydfosfát.

Za účasti oxidačně redukčních enzymů vzniká glyceraldehyd-3-fosfát, který je dehydrogenasou dehydrogenován na kyselinu 1,3-difosfo-D-glycerovou.

Účinkem enzymu ATP: 3-fosfo-D-glycerát 1-fosfotransferasy vzniká kyselina 3-fosfoglycerová, která se zase vlivem enzymu fosfoglyceromutasy mění na kyselinu 2-fosfoglycerovou. Tuto kyselinu enzym enolasa dehydratuje na kyselinu 2-fosfoenolpyrohroznovou, která se katalytickým účinkem pyruvatkinasy mění na kyselinu pyrohroznovou.

Kyselina pyrohroznová se dekarboxyluje enzymem karboxylasou na oxid uhličitý a acetaldehyd, který se potom redukuje působením  $\text{NADH}_2$  za přítomnosti enzymu alkoholdehydrogenasy na ethanol.

Tab. 3. Stručné schéma alkoholového kvašení

Reakce	Enzym
Glukosa + ATP	
↓	hexokinasa
Glukosa-6-fosfát + ADP	
Glukosa-6-fosfát (Robinsonův ester)	
↓↑	Glukosafosfátová isomerasa
Fruktosa-6-fosfát (Neubergův ester)	
Fruktosa-6-fosfát + ATP	
↓↑	fosfofruktokinasa
Fruktosa-1,6-difosfát + ADP (Harden-Youngův ester)	
Fruktosa-1,6-difosfát	
↓↑	aldosa
Glyceraldehyd-3-fosfát + dihydroxyacetonfosfát	
dihydroxyacetonfosfát	

↓↑	Triosafosfátová isomerasa
Glyceraldehyd-3-fosfát	
Glyceraldehyd-3-fosfát + anorg. Fosfát + NAD	
↓↑	Triosafosfátová dehydrogenasa
Kyselina 1,3-difosfoglycerová +	
Kyselina 1,3-difosfoglycerová + ADP	
↓↑	ATP: 3-fosfo-D-glycerát-1-fosfotransferasa
Kyselina 3-fosfoglycerová + ATP	
Kyselina 3-fosfoglycerová	
↓↑	fosfoglyceromutasa
2- fosfoglycerová kyselina	
Kyselina 2-fosfoglycerová	
↓↑	enolasa
Kyselina 2-fosfoenolpyrohroznová + H <sub>2</sub> O	
Kyselina 2-fosfoenolpyrohroznová + ADP	
↓↑	pyruvatkinasa
Kyselina pyrohroznová + ATP	
Kyselina pyrohroznová	
↓↑	karboxylasa
Acetaldehyd + oxid uhličitý	
Acetaldehyd + NADH + H <sup>+</sup>	
↓↑	alkoholdehydrogenasa
Ethano + NAD <sup>+</sup>	

Zkratky: ATP – adenosintrifosfát;

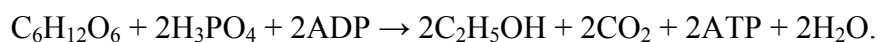
ADP – adenosindifosfát; NAD<sup>+</sup> - nikotinamidadenindinukleotid;

NADH + H<sup>+</sup> - redukovaný nikotinamidadenindinukleotid (=NADH<sub>2</sub>)

Odbouráváním glukosy a fruktosy na ethanol a CO<sub>2</sub> získávají kvasinky energii v podobě makroergických vazeb ATP. ATP se spotřebovává k fosforylaci glukosy a fruktosa-6-fosfátu a naopak se získává při odštěpení kyseliny fosforečné z kyseliny 1,3-difosfo-D-glycerové a odštěpením molekuly fosfátu kyseliny fosfoenolpyrohroznové. Protože z fruktosa-1,6-difosfátu vznikají 2 molekuly triosafosfátu, získávají se během alkoholové glyko-

lýzy 4 ATP a spotřebovávají 2 ATP, takže z jedné molekuly glukosy je čistý energetický zisk 2 ATP.

Chemickou bilanci alkoholového kvašení vyjadřuje rovnice



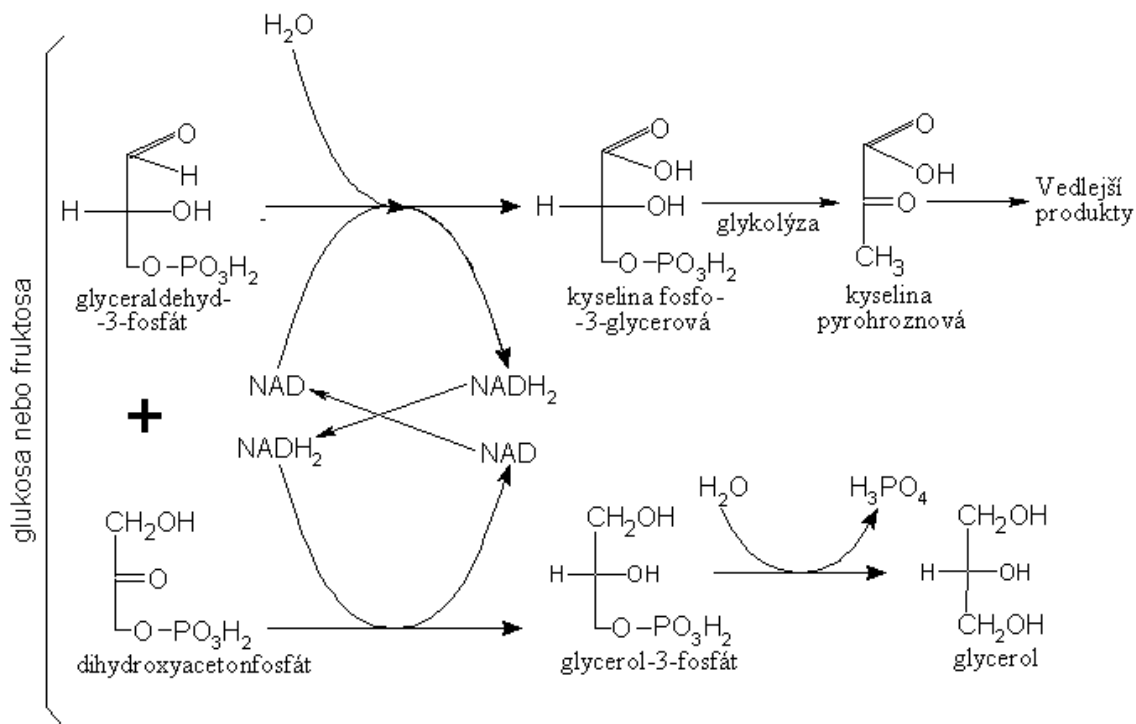
Přeměnou jedné molekuly glukosy na ethanol a  $\text{CO}_2$  získává tedy živá hmota ze dvou molekul ADP dvě molekuly ATP. Oxidace glycerinaldehyd-3-fosfátu probíhá dehydrogenací, akceptorem vodíku je acetaldehyd. Takto se může regenerovat  $\text{NAD}^+$  pouze tehdy, je-li k dispozici dostatečné množství acetaldehydu. Ten však vzniká ke konci glykolýzy a proto na začátku tohoto procesu se vyskytuje omezeně. (To platí pro průběh alkoholového kvašení podle I. Neubergova schématu)

Nemá-li  $\text{NADH}_2$  dostatečné množství acetaldehydu k dispozici, stává se akceptorem vodíku dihydroxyacetonfosfát, takže tímto kvašením místo ethanolu vzniká glycerol (kvašení probíhá podle II. Neubergova schématu). [6]

### **3.2 Kvašení podle II. Neubergova schématu**

Z přehledu alkoholového kvašení vyplývá, že k správnému průběhu tohoto kvašení a k tvorbě ethanolu je nezbytné, aby bylo v substrátu dostatečné množství acetaldehydu, který je potřebný k reoxidaci  $\text{NADH}_2$ , redukováného během glykolýzy. Na počátku kvašení se však v substrátu acetaldehyd nevyskytuje. Nemá-li redukováný koenzym k dispozici dostatečné množství acetaldehydu, který by byl akceptorem vodíku, stává se akceptorem vodíku dihydroxyacetonfosfát.





Obr. 13. Alkoholové kvašení podle II. Nebergova schématu

Schéma ukazuje, že oxidací 3-fosfoglyceraldehydu se reakcemi glykolýzy vytváří kyselina 3-fosfoglycerová a kyselina pyrohroznová, která se popř. může dekarboxylovat na acetaldehyd. Takto vzniklý acetaldehyd se nemůže redukovat na ethanol, protože dva vodíky pocházející z NADH<sub>2</sub> a spolupůsobící při této reakci alkoholového kvašení byly již využity k vytvoření glycerolu z dihydroxyacetonfosfátu.

Z kyseliny pyrohroznové, která se vytvořila anaerobním odbouráváním glukosy, vzniká díky enzymovému systému mikroorganismů více vedlejších produktů.

Alkoholové kvašení nemůže být tedy nikdy úplně čisté, ale vždy probíhá současně podle obou schémat. Předpokládá se, že k vlastnímu alkoholovému kvašení se spotřebuje 92 % cukru. Tím se také vysvětluje vznik vedlejších produktů při kvašení vína. K tomu se musí připočítat 2 až 3 % cukru, který spotřebují kvasinky ke svému rozmnožování jako zdroj uhlíku k tvorbě biomasy.

Při alkoholovém kvašení vznikají tyto vedlejší produkty: glycerol, kyselina jantarová, kyselina mléčná, butandiol-2,3, kyselina octová, acetoin (acetylmethylkarbinol), kyselina propionová a pravděpodobně též kyselina  $\alpha$ -methyljablečná a dimethylglycerová.

Kyselina mléčná může vznikat několika způsoby, jednak při zkvašování cukrů kvasinkami, kdy vzniká až 400 mg l<sup>-1</sup> kyseliny mléčné, jednak účinkem mléčných bakterií přes kyselinu pyrohroznovou a konečně též jablečno-mléčným kvašením a mléčnými bakteriemi z kyseliny jablečné. [6]

### 3.3 Nežádoucí mléčné kvašení

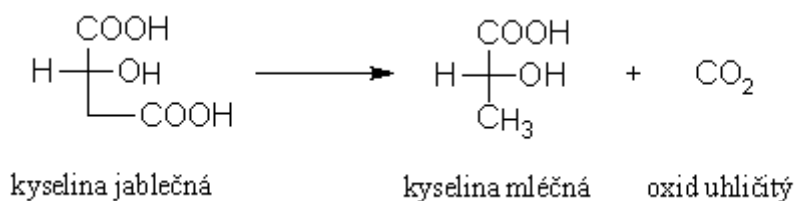
Ve víně může nastat také nežádoucí mléčné kvašení, při kterém vzniká z cukrů působením heterofermentativních bakterií kyselina mléčná. Vzniká také ethanol, kyselina octová a stopy jiných produktů.

Nežádoucí mléčné kvašení probíhá zpočátku jako alkoholové kvašení, vzniká kyselina pyrohroznová, která potom hydrogenací přechází na kyselinu mléčnou a dekarboxylací na acetaldehyd, z kterého se potom vyvíjí ethanol a kyselina octová.

K nežádoucímu mléčnému kvašení jsou náchylná zejména vína, která zdlouhavě kvasila a obsahují zbytkový cukr. [4]

### 3.4 Jablečno-mléčné kvašení

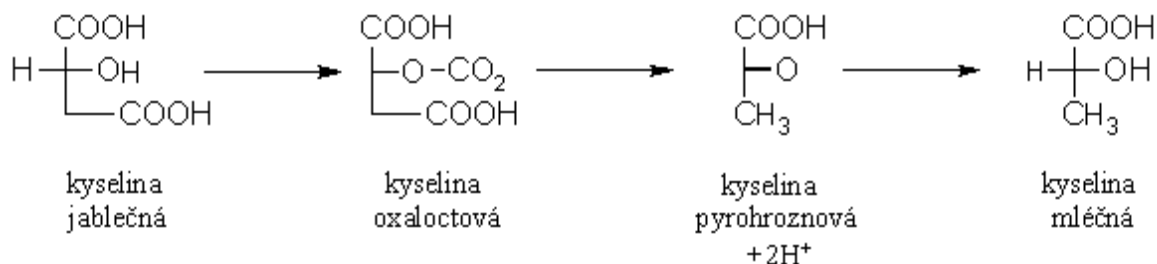
Jablečno-mléčné kvašení (obr. 13.) probíhá ve víně nejčastěji po skončení kvasného procesu. Mléčné bakterie odbourávají ve víně kyselinu jablečnou, vzniká kyselina mléčná a oxid uhličitý. Tento proces je většinou případů žádoucí, protože se jím částečně zmírní kyselost vína, a tímlepší jeho kvalita.



Obr. 14. Jablečno-mléčné kvašení

V této reakci vznikne ze 134g kyseliny jablečné 90g kyseliny mléčné a 44g oxidu uhličitého.

Jablečno-mléčné kvašení může probíhat rovněž podle reakce (obr. 14.):



Obr. 15. Jablečno-mléčné kvašení za vzniku kyseliny mléčné

Uvedené reakce ukazují, že mléčné bakterie odbourávají kyselinu jablečnou a vzniká kyselina mléčná. Jablečno-mléčné kvašení se může podle potřeby zintenzivnit nebo se mu může naopak zabránit. Činnost mléčných bakterií se podporuje ponecháním vína po delší dobu na kvasnicích s občasným mícháním.

Ve vínech, která mají nízký obsah kyselin, lze zabránit jablečno-mléčnému kvašení rychlejším stažením vína z kvasničných kalů, filtrací a silnějším sířením. [6]

### 3.5 Ostatní biochemické procesy

#### a) Přeměny aminokyselin – vznik vyšších alkoholů

Z vyšších alkoholů se ve víně tvoří n-propylalkohol, isobutylalkohol, isoamylalkohol a amylalkohol. Zbytek připadá na hexylalkohol, heptylalkohol a nonylalkohol. Zjistilo se že vyšší alkoholy nevznikají z cukru kvašením jako ethanol, ale že to jsou štěpné produkty aminokyselin

#### b) Tvorba kyseliny jantarové

Kyselina jantarová vzniká jako vedlejší produkt alkoholového kvašení hroznového moštu

#### c) Tvorba 2,3-butandiolu

2,3-butandiol patří k dvojsytným alkoholům. V hroznových vínech je obsažen v množství kolem 0,6 g l<sup>-1</sup>. 2,3-butandiol se může vytvářet činností různých mikroorganismů, kvasinek a bakterií.

#### d) Tvorba těkavých kyselin

Podstatnou část těkavých kyselin ve víně tvoří kyselina octová a kyselina mravenčí. Kyselinu octovou produkují částečně kvasinky při alkoholovém kvašení, ve větším množství vzniká činností mléčných a octových bakterií.

Alkoholovým kvašením vzniká také kyselina mravenčí. Její množství ve víně se pohybuje od 0,1 do 0,2 g l<sup>-1</sup>.

e) *Rozklad kyseliny vinné*

Rozklad kyseliny vinné ve víně se pokládá za těžkou chorobu vína, která se dnes díky moderní vinařské technologii vyskytuje již jen zřídka. Kyselinu vinnou rozkládají ve víně některé mléčné bakterie.

f) *Vznik siřičitanu a sirovodíku*

Během alkoholového kvašení mohou kvasinky vytvářet oxid siřičitý a sirovodík. Tvorba oxidu siřičitého a sirovodíku kvasinkami záleží na složení kvasného prostředí, zejména na přítomnosti sirných aminokyselin.

Vznik oxidu siřičitého a sirovodíku ve víně umožňuje elementární síra, sirné aminokyseliny, sulfát a sulfit, které se vyskytují v kvasném substrátu. [6]

## 4 KVAŠENÍ MOŠTU Z TECHNOLOGICKÉHO HLEDISKA

Kvašení moštu souvisí s růstem a rozmnožováním kvasinek. Z technologického hlediska možno kvašení dělit na tři etapy.

*V první etapě se kvasinky množí a začíná kvašení.* Tato etapa souvisí s klidovou fází kvasinek, trvající 2 až 4 hodiny, kdy se buňky kvasinek adaptují na prostředí a začínají pučet.

*V druhé etapě probíhá bouřlivé kvašení moštu.* Je to tzv. exponenciální neboli logaritmická fáze, která souvisí se stejnojmennou fází růstu kvasinek. Je charakterizována zvýšeným rozmnožováním a růstem buněk, vznikem velkého množství oxidu uhličitého a tepelné energie, jíž se mošt často ohřívá na 25 až 28 °C. Bouřlivé kvašení trvá 7 až 14 dní.

*Třetí etapa se nazývá dokvašování* a souvisí se stacionární fází, tj. fází klidu v růstu kvasinek. V této fázi je růst zpomalen, protože počet nově vytvořených buněk se přibližně rovná počtu buněk odumírajících. V této etapě se kvasný proces, a tím i vývoj oxidu uhličitého zpomalují.

Mošt obsahuje velké množství různých mikroorganismů, převážně kvasinek. Tyto mikroorganismy se z půdy dostávají na hrozny a z nich do moštu. Při lisování se dostávají z hroznů do moštu, kde vyvolávají různé mikrobiologické procesy. V 1 ml zdravého moštu je asi 500 000 buněk ušlechtilých kvasinek, velké množství apikulárních kvasinek, plísní a různých bakterií (mléčných, octových apod.). Zejména v moštech z poškozených hroznů bývá velké množství divokých kvasinek a různých bakterií.

Nejdůležitější mikroorganismy v moštu jsou kvasinky, které vyvolávají alkoholové kvašení. Aby toto kvašení správně probíhalo, musí mošt obsahovat kvasinky v určité koncentraci. Nedoporučuje se velké rozšíření divokých kvasinek a bakterií, to může být často pro hrozny, mošt i budoucí víno zhoubné. Je to proto, že na začátku kvašení převládají vždy apikulární kvasinky, které také kvasný proces zahajují. Jakmile kvasící substrát dosáhne 4 až 5 obj. % ethanolu, většina apikulárních kvasinek odumírá. V kvasném procesu potom pokračují vinné kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*), které se jen ve zdravém moštu intenzívně rozmnožují a dobře kvasí, protože jsou odolnější proti ethanolu a schopné kvašení i při nedostatku kyslíku.

Jakmile však nemohou ušlechtilé kvasinky v kvasném procesu pokračovat, proces se předčasně zastaví nebo zpomalí a začnou se rozmnožovat octové nebo mléčné bakterie. Místo alkoholového kvašení začne probíhat nežádoucí mléčné nebo octové kvašení.

## 4.1 Technologie kvašení moštu

### 4.1.1 Spontánní kvašení

Při spontánním kvašení se do moštu kromě síření nijak nezasahuje. Spontánní kvašení může probíhat jen u moštů ze zdravých hroznů. Důležitým činitelem je dostatečné množství kulturních kvasinek, jestli že se hrozny sbíraly v dešti nebo po něm, je spontánní kvašení velmi pomalé a obtížné. Při spontánním kvašení působí někdy potíže silné přicukření moštu.

Za normálních podmínek, je-li teplota v době sběru přiměřená, jsou hrozny zdravé a vylišovaný mošt obsahuje potřebné množství kulturních kvasinek, tehdy probíhá kvašení velmi dobře a i v moštech s vyšším obsahem cukru. Těžkosti nastanou v praxi teprve tehdy, má-li spontánně kvasit mošt z vadných hroznů, napadených peronosporou, hnilobou nebo poškozených krupobitím a hmlizem.

Spontánní kvasný proces zahajují vždy apikulární kvasinky (*Kloeckera apiculata*). V moštu, který začíná kvasit, je jich často až 90 %. Zkvašují glukosu a fruktosu. Sacharosu nezkašují, protože netvoří enzym invertasu. Mají velkou rozmnožovací schopnost a prokvasí víno až do 5 až 6 obj. % ethanolu. Přestávají být aktivní při 2, maximálně 3 obj. % ethanolu. Při této koncentraci je potlačují kvasinky *Saccharomyces vini*, které jsou odolnější vůči ethanolu a rozmožují se a kvasí i při nedostatku kyslíku. Apikulární kvasinky při 3 až 5 obj. % ethanolu většinou odumírají. Při kvašení produkují více esterů, které nepříjemně ovlivňují buket vína.

Jestliže mošt kvasí dlouho a pomalu, třeba zjistit příčinu. Může jí být nedostatek kulturních kvasinek, nedostatek kyslíku nebo i to, že mošt je z nedozrálých nebo poškozených hroznů. Podle výsledku analýzy se mošt ošetří, provzdušní, odkalí a zakvasí bouřlivě kvasícím zdravým moštem.

Tento způsob, jímž možno zakvasit jakákoliv množství moštu má několik výhod. Především se při něm vyloučí z kvasného procesu apikulární kvasinky, které hynou při 3 až 5 % ethanolu v moštu.

Zakvašování bouřlivě kvasícím moštem se používá zejména při nedostatku vypěstovaných kulturních kvasinek. [2]

#### 4.1.2 Zakvašování moštu čistými kvasinkovými kulturami

K přípravě čistých kultur kvasinek se používají kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* var. *Elipsoideus bayanus*, které se nazývají též ušlechtilé kvasinky.

Příprava čisté kultury. Předpokládá se, že čistá kultura vznikla rozmnožením jedné buňky. Ušlechtilé kvasinky mají velké množství kmenů, které se liší zejména fyziologickými a biochemickými vlastnostmi. Řada výzkumných ústavů vypěstovala několik set kvasinkových kmenů, vhodných pro kvašení moštů a vín.

Zakvašování moštů čistými kvasinkovými kulturami se používá tehdy, nezíská-li se spontánním kvašením víno ani průměrné jakosti.

V moštech z vadných hroznů bývá obvykle nedostatek kulturních kvasinek. Proto mošt po odkalení kvasí velmi slabě a pomalu. Přidá-li se do něho čisté kvasnicové kultury, mošt dobře a čistě prokvasí. Kvasinkové kultury odolávají chladu a vyšším koncentracím cukru, ethanolu a oxidu siřičitého. Při výrobě vína se k jejich přizpůsobivosti přihlíží při výběru vhodného kmenu kvasinek.

Zákvasem z čistých kvasinkových kultur možno též napravit mošty, které pomalu kvasí a jsou v menší míře napadeny mléčným nebo manitovým kvašením. Víno se rychle stáhne z kvasničných kalů bez přístupu vzduchu, silněji se zasyří a přidá se k němu větší množství zákvasu ušlechtilých kvasinek. [4]

#### 4.1.3 Zakvašování moštu směsí čistých kvasinkových kultur

Místo jedné čisté kultury je možno na zakvašování moštu použít i směs čistých kultur. V tomto případě se izolace a kultivace kvasinek provádí většinou u každé použité kultury zvlášť a kultury se mísí až při zakvašování. Víno vyrobené s použitím směsi čistých kvasinkových kultur je výraznější a má lepší buket.

U běžných konzumních vín po delším ležení nelze rozeznat rozdíl jakosti vzniklý různými způsoby zakvašování moštu. Zdá se však, že odrudová vína jsou lépe sladěná, zakvašují-li se směsí čistých kvasinkových kultur. V chemickém složení vín zakvašených čistými kvasinkami nebo jejich směsí není rozdíl. Zakvašování moštu směsí čistých kultur je příznivější, protože se více přibližuje přirozeným podmínkám kvašení. [4]

## 4.2 Vliv různých faktorů na kvašení

### 4.2.1 Vliv tepla a ohřevu

Teplota je důležitý činitel při kvašení. Optimální teplota pro běžně používané vinné kvasinky je 15 až 20 °C. Chladnomilné kvasinky kvasí velmi dobře i za nízké teploty 8 až 12°C. Naproti tomu bakterie a jiné nežádoucí mikroorganismy vegetují převážně za vyšších teplot. Možno tedy regulováním teploty buď omezit, nebo zcela vyloučit vliv nežádoucích mikroorganismů na kvašení. Výše teploty ovlivňuje také aromatické a buketní látky v moštu. Čím je teplota kvašení vyšší, tím více těchto látek uniká. Je to způsobeno tím, že kvašení za vyšších teplot je velmi rychlé a bouřlivé a že při něm nastává velmi intenzivní uvolňování oxidu uhličitého, který sebou strhává i část aromatických a buketních látek.

*Tab. 4. Ztráty aromatických látek při různých teplotách kvašení moštu.*

Při 15°C až 20°C	10 až 30 %
Při 20°C až 25°C	50 %
Při 25°C až 30°C	75 %

Je zřejmé, že ztráty aromatických látek jsou poměrně vysoké. Proto je třeba teplotu kvasícího moštu denně kontrolovat. Teplotu možno regulovat několika způsoby, a to úpravou moštu před kvašením, odkalením, dále klimatizací nádob nebo kvasného prostředí.

Teplota má velký vliv i na tvorbu ethanolu. Čím vyšší je teplota kvašení, tím větší jsou ztráty ethanolu, čím vyšší je počáteční cukernatost, tím menší je rozdíl teplot, při nichž probíhá maximální kvašení. Nižší teplota při kvašení moštu příznivě ovlivňuje senzorické vlastnosti vína i jeho stabilitu. [2]

### 4.2.2 Vliv koncentrace cukru

Správný průběh kvasného procesu vyžaduje vhodnou koncentraci roztoku cukru. Nejlépe probíhá kvašení v 8%ním až 20%ním roztoku. Některé kmeny vinných kvasinek mají možnost prokvasit 30%ní až 35%ní roztoky cukru a produkují přitom 17 až 18 obj. %



ethanolu. Roztoky s více 30 % cukru kvasí již jen velmi slabě a při 50%ní koncentraci kvašení již prakticky neprobíhá. Způsobuje to osmotický tlak v buňce kvasinky. Čím vyšší je tedy obsah cukru v moštu, tím vyšší je i osmotický tlak, a zároveň i nezbytný protitlak kvasinkových buněk. Pro 25%ní roztok hroznového cukru je potřebný protitlak až 5,88 MPa. [4]

#### **4.2.3 Vliv kyslíku**

Kvasinky jsou anaerobní mikroorganismy, které však potřebují k rozmnožování alespoň malé množství vzduchu. Přidáním jemně rozptýleného vzduchu možno zvýšit kvasnou činnost, to se projeví hlubším prokvašením a rychlejším průběhem kvašení. Mošt zkvašený v dřevěných sudech má vždy dostatečné množství kyslíku, který do sudů vniká póry ve stěnách i během kvašení. Nedostatek kyslíku mají kvasinky při kvašení v tancích, zejména jsou-li mošty více přislazeny sacharosou. Kvašení je možno urychlit přiváděním vzdušného kyslíku kompresorem.

Vzdušný kyslík možno k podpoře kvašení použít pouze u moštů ze zdravých hroznů. [4]

#### **4.2.4 Vliv dusíku**

Dusíkaté látky slouží jako zdroj výživy kvasinek. V průběhu kvasného procesu se obsah dusíkatých látek snižuje, ale při delším působení kvasinek ve víně, tedy při autolýze kvasinek, se zase zvyšuje. Dusíkaté látky jsou v moštu a ve víně obsaženy v různých formách a kvasinky je nevyužívají rovnoměrně.

V průběhu kvasného procesu se spotřebuje veškerý amoniakální dusík a část aminokyselin a bílkovin. Po dvou měsících se působením autolýzy kvasinek jeho obsah opět zvýší. Aminokyseliny jsou hlavním zdrojem dusíku při kvašení moštu. Účastní se syntézy bílkovin při růstu kvasinkových buněk, jednak vznikají proteolýzou při jejich autolýze.

Aminokyseliny, jako kyselina glutamová, leucin, isoleucin, valin, serin, lysin, tyroxin a tryptofan se sice při kvašení spotřebují, ale autolýzou kvasinek se jejich obsah opět zvýší, takže jejich množství je vyšší než v původním moštu. Obsah některých aminokyselin, zejména cystinu a methioninu stoupá při kvašení i při autolýze kvasinek.

Z toho vyplývá, že obsah dusíkatých látek se stykem s kvasinkami a jejich autolýzou ve víně poměrně značně zvyšuje, jejich obsah se dá podle potřeby regulovat předčasným nebo pozdějším stočením vína z kvasinek. [1]

#### 4.2.5 Vliv oxidu siřičitého

Oxid siřičitý má velký vliv na růst a rozmnožování kvasinek v moštu i na procesy probíhající vlivem kyslíku. Jeho účinek na průběh kvašení závisí na dávce oxidu siřičitého. Nízké dávky, do 20 mg l<sup>-1</sup>, působí na kvasný proces stimulačně, vyšší dávky, 50 až 100 mg l<sup>-1</sup>, kvasný proces prodlužují. Ani velmi zvýšené dávky oxidu siřičitého však kvašení nezabrání, protože oxid siřičitý se při kvašení v moštu váže s cukry nebo s jeho metabolity.

Oxid siřičitý má příznivý vliv na kvašení. Vysvětluje se to tím, že má schopnost vázat kyslík, SO<sub>2</sub> působí tedy ve víně redukčně. Tak se brzdí zejména vývoj apikulárních kvasinek a bakterií octového kvašení, které potřebují kyslík. Stupeň oxidace a redukce ve víně může být různý a jeho měřítkem je tzv. *redoxpotenciál*. Základní jednotkou redoxpotenciálu je rH, tj. záporný logaritmus napětí vodíku v roztoku. Roztok, který má rH nad 25, se pokládá za oxidační, má-li rH menší než 15, za redukční. Zvyšování rH je znakem oxidace a snižování znakem redukce.

Hodnotu rH ovlivňuje také rozvoj mikroorganismů v moštu. Právě vinné kvasinky jsou schopné vyvíjet se, růst a množit se i při nízkém rH vína, zatímco apikulární kvasinky, octové bakterie a jiné nežádoucí mikroorganismy vyžadují pro svou činnost vždy kyslík a vyšší hodnotu rH. Z toho plyne, že současně s rozvojem mikroorganismů při kvašení třeba sledovat také rH moštu, a jakmile se rH zvýší přidat pro jeho snížení některé redukční činidlo. Ve vinařství se k tomu účelu používá oxid siřičitý. Stejný redukční účinek má i kyselina askorbová – vitamín C.

Mošty a mladá vína možno sířit silněji, protože asi 50 % SO<sub>2</sub> se během kvašení váže, část vyprchá, takže i při silnějším síření, například 100 mg l<sup>-1</sup>, je po prokvašení jeho obsah ve víně přijatelný. Třeba se však vyvarovat silnějšího síření starých vín, ve kterých je aldehydická skupina vázána, takže znovu přidaný oxid siřičitý se nemá s čím vázat a zůstává ve víně jako volný, tím se víno přesíří. [4]

#### 4.2.6 Vliv bentonitu

Bentonit je přírodní zemina typu montmorillonitů. Ve víně eliminuje bílkoviny, které mohou způsobit zákaly. Bentonit nemá nepříznivý vliv na kvasný proces. S dávkou bentonitu 150 g hl<sup>-1</sup> před kvašením se ukázalo, že kvašení probíhá velmi dobře i v přítomnosti bentonitu. Dále bylo zjištěno, že při kvašení vína s bentonitem se obsah ethanolu nemění. Bentonit nemá vliv na hloubku prokvašení ani na zrychlení nebo zpomalení kvasného procesu.

Změny v hodnotě pH byly jen velmi malé, protože zřetelné rozdíly v pH nastanou až při vysrážení vinného kamene a při biologickém odbourávání kyselin.

Vlivem bentonitu se však snížilo rH vína, protože bentonit odstraňuje z vína oxidační enzymy. To znamená, že v moštech, do kterých byl přidán bentonit, postačí slabší síření. [4]

#### **4.2.7 Aktivátory a inhibitory kvašení**

V hroznovém moštu jsou látky, které ovlivňují kvasný proces buď pozitivně, nebo negativně. Látky příznivě ovlivňující kvasný proces nazýváme aktivátory. Patří k nim zejména vitamíny, enzymy a některé minerální látky.

K nejdůležitějším aktivátorům kvasného procesu patří vitamíny B, thiamin, biotin, kyselina pantotenová, pyridoxin a inositol.

K aktivátorům kvašení e mohou počítat i minerální látky, které podporují růst a rozmnožování kvasinek. Patří k nim hořčík, draslík, sodík a vápník.

Jako stimulatory kvašení působí i plísňové preparáty *Aspergillus niger* a *Botrytis cinerea*, a to již od množství 0,2 až 1,0 % suchého mycelia.

K látkám působícím na kvasný proces inhibičně patří zejména alkoholy a aromatické alkoholy. Inhibiční účinek alkoholů souvisí s jejich schopností pronikat do buněčné protoplazmy, kde narušují dýchací proces a tím i rozmnožování buněk. Na mikroorganismy působí inhibičně i produkty, které vylučují svou vlastní činností, i produkty vylučované jinými mikroorganismy. Například kvasná činnost bakterií mléčného kvašení ustává, nahromadí-li se v prostředí větší množství kyseliny mléčné. Stejně zhoubně působí na mikroorganismy aceton, kyselina máselná, kyselina octová apod. Na mikroorganismy v moštu působí inhibičně také různé chemické sloučeniny. Jsou to zejména soli některých těžkých kovů, stříbra, rtuti a mědi. [6]

### **4.3 Fyzikální změny při kvašení**

#### *a) Snižování hustoty*

Specifická neboli měrná hustota je poměrné číslo, udávající poměr hmotnosti dvou stejných objemů. Jedním z těchto objemů je voda při teplotě 4 °C. Hustota cukru při 17,3 °C je 1,613 a hustota ethanolu 0,795. Z toho vyplývá, že prokvašení cukru na ethanol se podstatně zmenší hustota. Hustota moštu se pohybuje od 1,065 do 1,150, hustota vína bývá nižší

než 1. Obsahují-li vína při vysokém obsahu ethanolu také značný zbytek cukru, je hustota obvykle vyšší než 1.

#### *b) Ztráty vznikající teplem a vypařováním*

Při kvašení moštu vznikají velké ztráty vypařováním. Vypařování je tím intenzivnější, čím vyšší je teplota kvasícího moštu.

#### *c) Změny objemu při kvašení*

Změny objemu při prokvašení moštu na víno vznikají tím, že objem vzniklého ethanolu je menší než objem původního cukru, a dále tím, že při smíšení ethanolu s vodou nastává kontrakce. [6]

## **4.4 Regulace kvasných procesů**

Kvasí-li mošt spontánně, nastane druhý až čtvrtý den bouřlivé kvašení. Projeví se intenzivním zvýšením teploty na 25 až 30°C a zvýšeným unikáním oxidu uhličitého. Unikající CO<sub>2</sub> strhává s sebou i aromatické a buketní látky, které mají vesměs nízkou teplotu varu. Aby se tomu zabránilo, třeba teplotní špičky při kvašení snížit nebo kvasný proces regulovat. Tento problém zkoumalo mnoho výzkumníků a jejich výsledky se shodují v tom, *že vína vykvašená za nižších teplot jsou kvalitnější.*

Teplotu při kvašení možno snížit několika způsoby. Nejznámější je regulace teploty umělým chlazením. Výhodou této metody je rovnoměrné odbourávání cukru a prodloužení kvašení.

Jinou metodou kvašení je rovnoměrné snižování obsahu cukru, které se dosahuje kvašením moštu pod tlakem oxidu uhličitého. Vína mají o 0,5 % vyšší obsah ethanolu a vyšší rH a proto nutno tato vína velmi silně sířit. Vína kvašená tímto způsobem mají výraznější odrůdový charakter a více buketních látek. [4]

Kvasný proces možno nejlépe regulovat v kovových tancích a to dvěma způsoby:

### **4.4.1 Kvašení s regulací teploty**

Teplotu kvasícího moštu možno snáze zvyšovat nebo snižovat v kovových tancích než v jiných kvasných nádobách. Většinou je nutno kvasící mošt v kovových tancích ochlazovat. Ochlazování probíhá v tanku s dvojitým pláštěm, jímž probíhá chladicí roztok. Při kvašení řízeném změnou teploty nutno proces stále kontrolovat.

Teplota kvašení se snižuje, aby se jakost vína zlepšila. Je známo, že při bouřlivém kvašení za zvýšené teploty unikají aromatické látky, které dodávají vínu odrůdový charakter, jak již bylo popsáno dříve.

Kvašení řízené za nižších teplot je pomalejší. Zmírňuje se při něm i unikání CO<sub>2</sub> a ztráty aromatických látek se snižují na minimum.

Při ochlazování probíhá kvašení pravidelně v rozmezí teplot 8 až 15°C, optimální je teplota 10 až 12°C. Když se na začátku teplota mírně zvýší, třeba mošt ochladit na 6 až 7°C, neboť jinak by teplota stoupla až na 20°C a kvašení by probíhalo bouřlivěji.

Kvašení trvá 3 až 4 týdny, obsah cukru v moštu postupně klesá. Úbytek cukru má být podle množství každý den stejný a proto se kontroluje denně ve stejnou hodinu. Je-li úbytek větší, třeba snížit teplotu. Nejlépe se ovlivňuje teplota odkalených moštů, které kvasí pomaleji. Poslední týden je kvašení již vůbec pomalejší a není už třeba mošt chladit.

Chlazením se má dosáhnout rovnoměrného průběhu kvašení, což je pro jakost vína nejlepší. Protože se pracuje za nízkých teplot, nutno pro zákvas použít chladnomilné kvasinky.

Metoda kvašení ochlazováním má více výhod. Kvašení je čisté, nenastává kontaminace moštu bakteriemi, které se rozvíjí zejména za vyšších kvasných teplot. Prchavé buketní látky neunikají tolik jako při vyšší teplotě. Mimoto se za nižší teploty oxid uhličitý lépe váže a uniká z kvasného prostředí pomaleji. Za nižší teploty kvašení jsou nižší ztráty ethanolu, vysráží se více vinného kamene a víno se lépe vyčeří. Kvašení možno podle potřeby zastavit a udržet ve víně zbytkový cukr.

Tento způsob kvašení má však i své nevýhody, je to především vysoká cena chladicího zařízení a značné provozní náklady, neboť kvasný proces nutno trvale kontrolovat.

Vína kvašená s ochlazováním je třeba při vyšším obsahu kyselin odkyselit, protože biologické odbourávání kyselin nestačí. [1]

#### **4.4.2 Řízení tlaku oxidu uhličitého při kvašení**

Cílem kvašení v tlakových tancích je snížit vysoké teploty bouřlivého kvašení a podle potřeba je usměrnit. Kovové kvasné tanky musí mít dostatečně silné stěny, které musí odolávat vysokému tlaku.

Kvasný proces se částečně řídí změnou teploty a zejména tlakem oxidu uhličitého, který se vyvíjí při kvašení. Tento tlak inhibuje rozmnožování kvasinek, ale nezabrání jim v činnos-

ti. Kvašení pod tlakem je pomalejší, jeho rychlost možno regulovat zvýšením nebo snížením tlaku. Při kvašení pod tlakem se vylučují z činnosti všechny aerobní mikroorganismy, které jsou na zvýšený tlak velmi citlivé, octové bakterie, plísňe apod. Užitečné mléčné bakterie, které odbourávají kyselinu jablečnou, se ani při tlaku 0,81 MPa nezničí a při snížení tlaku může odbourávání kyselin pokračovat.

Tlak v tanku je třeba regulovat hned od počátku kvašení, aby se kvasinky příliš nerozmnožily, jinak by nebylo snadné jejich činnost omezit. Proto jakmile začnou kvasinky působit, nutno v tanku uzavřít ventil pro únik CO<sub>2</sub>, aby se mošt dostal pod tlak.

Při regulovaném kvašení se musí denně kontrolovat úbytek cukru a tlak v tanku. Činnost kvasinek se brzdí vyšším tlakem a naopak. [1]

## 5 ZRÁNÍ VÍNA

Období zrání vína je charakterizováno chemickými, biochemickými a fyzikálními změnami. Tyto změny mají vliv na vytváření chuti, buketu a celkového charakteru vína.

Nejdůležitější procesy, které ve víně v období zrání probíhají, jsou odbourávání kyselin působením bakterií, vysrážení vinného kamene a esterifikace. Velkou úlohu zde mají oxidační a redukční procesy.

### 5.1 Vliv kyslíku na zrání vína

#### 5.1.1 Rozpustnost kyslíku ve víně

Oxidačně redukční procesy ve víně se mohou z technologického hlediska vysvětlit takto. Každé víno má schopnost pohltit určité množství kyslíku. Rozpustnost kyslíku ve vínech je však velmi různá, závisí především na teplotě vína a na tlaku.

K nasycení vína kyslíkem je potřeba 30 sekund, zatímco k nasycení vody kyslíkem 1,5 minuty, protože ethanol ve víně umožňuje okysličování. Při snížení teploty se rozpustnost kyslíku ve víně velmi zvyšuje. Při teplotě 20°C pohlcuje víno kyslík v množství 5,6 až 6 ml l<sup>-1</sup>, při 12°C 6,3 až 6,7 ml l<sup>-1</sup>, toto množství se pak zvyšuje až k bodu mrazu.

Přítomnost oxidu uhličitého snižuje rozpustnost kyslíku ve víně. Míchá-li se mladé víno, které obsahuje 100 ml CO<sub>2</sub> v 1 l, se stejným množstvím vzduchu, pohltí pouze 3 až 4 ml kyslíku.

Oxid siřičitý má rovněž vliv na okysličování vína. Jeho účinek záleží na tom, že se slučuje s kyslíkem, a tím zabraňuje okysličování ostatních složek vína. Na vázání 1 mg kyslíku je zapotřebí 4 mg SO<sub>2</sub>. [4]

#### 5.1.2 Vliv kyslíku na víno během zrání

Stupeň okysličení vína se určuje poměrem rychlosti rozpuštění a rychlosti vázání kyslíku. Je-li povrch vína vystaven přístupu vzduchu, je rychlost rozpouštění kyslíku větší než rychlost jeho vázání. Za omezeného přístupu vzduchu je rychlost jeho difúze menší než rychlost slučování.

Oxidační a redukční procesy probíhají i ve vínech, která jsou udržována bez přístupu vzduchu. Znamená to, že víno je schopno okysličovat se z vlastních zásob. Okysličování však probíhá mnohem pomaleji než v přítomnosti vzdušného kyslíku.

Každé víno potřebuje ke svému vývoji během zrání určité množství kyslíku. Toto množství je u různých vín velmi rozdílné a závisí na typu vína.

Bílá vína, která vyžívají v dřevěných sudech, se podle potřeby 2krát až 3krát přetáčejí, přitom se obohacují kyslíkem. Tato opatření podporují zrání vína a jeho čištění. Víno se stává chuťově vyrovnané a čiré.

Bílá vína získávají optimální kvalitu poměrně velmi brzy, během jednoho nebo dvou let. Déle trávající skladování v sudech velmi snižuje kvalitu bílých vín, protože vína vlivem kyslíku ztrácejí svou harmoničnost a svěžest a dostávají nepříjemnou příchut' stařiny. Proto se doporučuje skladovat bílá vína v sudech pouze kratší čas a nechat další vyžívání probíhat bez přístupu vzduchu v tancích, popřípadě v lahvích. Nedostatky v čirosti vína můžeme odstranit různými čiřicími prostředky, které jsou šetrnějším opatřením než dlouhodobé skladování bílého vína v dřevěných sudech.

Červená vína se vlivem kyslíku podstatně zlepšují. Proto se jejich okysličování neomezuje, nýbrž právě naopak podporuje. Vína se nechávají zrát v dřevěných sudech a neškodí jim ani delší uskladnění.

Vlivem kyslíku mění červené víno chuť a barvu, získává harmoničnost a buket uleželých starých vín, to se u červeného vína nejvíce cení. Okysličením se podporuje i proces vysrážení zákalových částic. Tím získává víno čirost a stabilitu v lahvích.

Jak z uvedeného vyplývá, má okysličování velký vliv na zrání vína. I když je všeobecně známo, že na zrání vína se podílejí různé chemické a biochemické procesy, má přístup kyslíku do vína nebo jeho omezení zvláštní význam. Je velký rozdíl, zda se víno provzdušňuje rychle nebo pomalu. Rychlé provzdušňování nastává zpravidla při sklepních manipulacích, stáčení a filtraci, při kterých se do vína dostává určité množství kyslíku. Tu pak je rychlost rozpuštění kyslíku větší než rychlost jeho vázání. Při pomalém okysličování, které nastává při pronikání vzduchu póry sudu, je rychlost vázání kyslíku vyšší než rychlost jeho rozpouštění.

Rychlé nasycení vína kyslíkem neboli provzdušňování má nepříznivý vliv na kvalitu vína a projevuje se ztrátou buketu a často i nepříjemnou pachutí po vzduchu neboli zvětráním



vína. Nezůstává však ve víně trvale. Uloží-li se víno bez přístupu vzduchu, získá opět své vlastnosti.

V mladých vínech nastává obnovení chuti a arómatu poměrně rychle a víno získává původní harmoničnost během několika týdnů. Nebezpečnější je však silné okysličení starých vín, protože jejich buket se vlivem kyslíku velmi rychle ztrácí. Zvětralá stará vína získávají znovu původní buket jen velmi obtížně a za dlouhou dobu.

Na okysličování vína má vliv též chemické složení, zvláště přítomnost látek, které se vyznačují velkou okysličitelností nebo které působí při oxidačních procesech jako katalyzátory.

Velkou okysličitelností se vyznačují zvláště třísloviny a barviva. Tanin se účastní při okysličování ve dvou směrech. Na jedné straně tím, že je sám látku snadno okysličitelnou, spolupůsobí při okysličení vína a má tak úlohu katalyzátoru, na druhé straně tím, že po svém okysličení snižuje rychlost okysličování jiných látek ve víně. V červených vínech brání okysličitelnost taninu okysličení, a tím ztrátám barviva.

Podobný účinek má i kyselina siřičitá, která se přidává do vína. Je látka rovněž velmi rychle okysličitelná, proto čím více kyseliny siřičité víno obsahuje, tím rychleji se okysličuje. Při okysličování působí kyslík především na kyselinu siřičitou, která se s ním slučuje a brání tak okysličení ostatních látek ve víně. [4]

### **5.1.3 Způsoby zabraňování styku vína s kyslíkem**

Podle současných poznatků může oxidovat mošt i víno. Čím více má mošt zákalových částic, tím rychleji se okysličuje. Přefiltrované mošty ani při provzdušňování nehnědnou a nespotřebovávají přidaný kyslík. Je to proto, že odstraněním zákalových částic se odstraňuje i část polyfenolů a jiných oxidovatelných látek.

Při kvašení spotřebují kvasinky rozpuštěný kyslík a víno je nasyceno oxidem uhličitým. Při stáčení vína z kvasničných kalů se oxid uhličitý z vína uvolňuje a rozpouští se v něm kyslík. I při jiných sklepních manipulacích, jako je filtrace, čiření, lahvování, se uvolňuje oxid uhličitý a ve víně se rozpouští kyslík.

Malé množství kyslíku je potřebné pro správný průběh zrání, čištění a formování chuti vína.

Zvýšené množství kyslíku je ve víně nežádoucí, protože způsobuje předčasné stárnutí, ztrátu barvy, buketu a příjemné svěží chuti. Proto je třeba zabránit přílišnému styku vína s kyslíkem.

Je mnoho způsobů, jak zabránit přílišnému okysličení vína. Uvedu některé z nich:

a) *Skladování vína v inertní atmosféře*, která umožňuje omezit vliv vzdušného kyslíku na víno i v neplných nádobách.

Tento způsob záleží v tom, že při stáčení a jiných manipulacích se do horní části nádoby přivádí pod slabým tlakem inertní plyn v objemu, který se rovná objemu vypuštěného vína. Přitom se může použít několik druhů inertních plynů.

Nejjednodušší a nejehospodárnější je použití *dusíku*. Je to inertní nejedovatý plyn bez chuti a bez zápachu, ve vodě nerozpustný.

Oxid uhličitý je méně vhodný, protože se ve víně rozpouští.

Lepších výsledků se dosahuje smíšením oxidu uhličitého s dusíkem, protože oxid uhličitý umožňuje vytvořit ve víně rovnováhu mezi rozpuštěným a plynným oxidem uhličitým.

b) Kromě inertní atmosféry můžeme zabránit okysličení vína *kyselinou askorbovou, kyselinou 5-nitrofurylakrylovou a oxidem siřičitým*.

Kyselina askorbová je antioxydant, ale může se použít pouze pro vína, která se už nebudou provzdušňovat. V opačném případě se ve víně tvoří peroxidy, které způsobují velmi silnou a trvalou oxidaci vína.

Kyselina 5-nitrofurylakrylová svými oxidačně redukčními vlastnostmi zabraňuje okysličování vína. Je účinná už ve velmi malých dávkách.

Oxid siřičitý je účinný prostředek proti enzymovým i neenzymovým oxidacím. Proto se doporučuje víno při manipulacích mírně zasířit, popřípadě do něho přidat malé množství 5-NFA. [4]

## **5.2 Procesy při zrání vína**

Kromě oxidačně redukčních procesů probíhají ve víně procesy, kterými se snižuje kyselost vína, a procesy esterifikace, při nichž se vytváří chuť a aróma vína. Na snižování obsahu kyselin ve víně má vliv vysrážení vinného kamene a biologické odbourávání kyselin.

### 5.2.1 Vysrážení vinného kamene

Vlivem vytvořeného ethanolu se v prokvašeném víně vysráží vínan draselný. Ve vodě má totiž kyselý vínan draselný větší rozpustnost než v ethanolu. V etanolovém roztoku, jako je víno, podléhá kyselý vínan draselný krystalizaci a vysráží se ve formě krystalků a stěnách a na dně nádoby.

Na vylučování vinného kamene má vliv i teplota. Při vyšší teplotě se vylučování vinného kamene zmenšuje, a naopak při snížené teplotě se jeho vylučování urychluje.

Vysrážení vinného kamene je přirozený proces, který má vcelku příznivý vliv na kvalitu vína. [4]

### 5.2.2 Biologické odbourávání kyselin

Biologickým odbouráváním kyselin rozumíme proces odbourávání kyseliny jablečné na kyselinu mléčnou působením mléčných bakterií. Vzniká jedna molekula kyseliny mléčné a jedna molekula kyseliny uhličitě, která uniká. Touto fermentací se snižuje kyselost vína a jeho chuť se zjemňuje.

Změny, které nastávají při odbourávání kyselin, jsou velmi různorodé a nedají se vždy ovlivnit. Je to proto, že i bakterie ve víně jsou různé, stejně jako jejich účinek. K lepšímu pochopení těchto dějů krátce uvedu vlastnosti bakterií a jejich účinek ve víně.

Rod *Lactobacillus* je schopný vyvolat různé druhy kvašení. Energicky napadá kyselinu jablečnou a v menší míře kyselinu citronovou. Zkvašuje glukosu na kyselinu máselnou, kyselinu octovou na ethanol. Fruktosu zkvašuje na manitol. Optimální teplota pro tuto bakterii je 22 °C, může se však vyvíjet i při teplotách 8 až 10 °C.

Rod *Leuconostoc* patří k heterofermentativním kokům, které vytvářejí glycerol a butandiol-2,3. Rozdíl mezi jednotlivými kmeny je v množství vytvořených netěkavých a těkavých kyselin.

*Streptobacterium* patří k homofermentativním bacilům a produkuje kyselinu mléčnou ve formě D a L.

Rod *Leuconostoc* rozkládá kyselinu jablečnou a citronovou na kyselinu mléčnou, octovou a další produkty. Mimoto zkvašuje glukosu na ethanol a fruktosu na manitol. Odbourávání kyseliny jablečné probíhá nejlépe při 25°C. Nízké a vyšší teploty brzdí růst a rozmnožování mléčných bakterií.

*Lactobacillus plantarum* rozkládá kyselinu vinnou a vinný kámen na kyselinu octovou a oxid uhličitý. Glycerol rozkládá na kyselinu octovou, mléčnou a oxid uhličitý. Rozklad kyseliny vinné může být způsoben i jinými mléčnými bakteriemi.

*Pediococcus* jsou homofermentativní bakterie.

V tomto krátkém přehledu jsou uvedeny pouze nejdůležitější poznatky o bakteriích, spolupůsobících při odbourávání kyselin ve víně, které jsou z praktického hlediska zvláště zajímavé.

Odbourávání kyseliny jablečné se považuje za přirozený děj, probíhá-li při zrání vína. Tu je možno částečně ovlivnit a v zásadě se dá říci, že jeho účinkem se vína zlepšují.

Za velkou chybu se však pokládá, objeví-li se odbourávání kyseliny jablečné na mléčnou ve vyškoleném víně v lahvích. V takovém případě se může projevit buď pouze změnou chuti a vznikem oxidu uhličitého, nebo – což je častější – je provázeno tvorbou zákalu. [2]

### **5.2.3 Tvorba aromatických a buketních látek**

Aromatické a buketní látky jsou velmi důležité složky vína a při sensorickém hodnocení rozhodujícím znakem odrůdy. Aromatické látky se tvoří již při vyzrání hroznů. Jsou koncentrovány zvláště v slupkách hroznů.

Další aromatické látky, tzv. *buket*, vznikají během kvasného procesu.

Třetí stádium tvorby aromatických látek probíhá při zrání vína a nazývá se *ležácký buket*.

Buketní a aromatické látky možno těžko sensoricky odlišit a definovat, protože se navzájem doplňují s látkami, které vytvářejí chuť vína.

Někteří autoři se domnívají, že na tvorbě buketních látek se ve velké míře podílí estery. Estery vznikají ve víně při kvasném procesu a zrání vína. Podle svých vlastností se dělí na těkavé a netěkavé. Estery se ve víně tvoří dvěma způsoby, a to buď chemickou reakcí, nebo reakcí biochemickou, způsobenou esterazou během kvašení a chorob vína. Tyto reakce se všeobecně nazývají *esterifikace*.

Vzájemným působením kyselin a alkoholů, tedy chemickou reakcí, vytvářejí se zvláště vinnan ethylnatý a jablečnan ethylnatý, které nejsou těkavé a označují se jako kyselé estery. Kromě nich vznikají i neutrální estery, které nemají funkci kyselin a jsou těkavé. Neutrální

estery vznikají převážně činností kvasinek a bakterií pomocí esterasy, kterou obsahují. Vzniká laktát ethylnatý a octan ethylnatý.

Průměrný obsah esterů v mladých vínech jsou 2 až 3 mvaly v 1 l, v starých vínech 9 až 10 mvalů v 1 l.

Sekundárně aromatické a buketní látky jsou velmi těkavé a při kvašení za vyšších teplot jich většina unikne. Proto se v poslední době klade důraz na zpomalené kvašení při nižších teplotách, při němž je větší pravděpodobnost, že se buketní látky ve víně udrží.

K aromatickým a buketním látkám se řadí tyto sloučeniny:

*Karboonylové sloučeniny*: acetaldehyd, hexanal, 2-hexanal, aceton, methylethyl-ke-ton, methylpropylketon, diacetyl, p-benzaldehyd, vanilin.

*Volné nebo esterifikované alkoholy*: methanol, ethanol, n-propanol, n-butanol, isobutanol, isoamylalkohol, n-hexylalkohol, 2-hexanol, 3-hexanol, isohexanol, 2-heptanol, oktanol, isooktanol, fenylethylalkohol, geraniol, terpineol.

*Volné nebo esterifikované karboonylové kyseliny*: octová, máselná, valerová, laurová, n-kaprylová, glyoxalová, kaprinová.

*Estery karboonylových kyselin*: mravenečnan methylnatý, octan methylnatý, octan ethylnatý, máselnan ethylnatý, valeran ethylnatý, kapronan ethylnatý, kaprylan a lauren ethylnatý, antranilan methylnatý, ftalan butylnatý.

*Terpeny*:  $\beta$ -myrcen,  $\alpha$ -cymen, kimonem.

Mimoto jsou ve víně látky, které chrání aromatické a buketní látky. Je to například kyselina dioxyfumarová, která je schopna redukovat oxidativně buketní látky, čímž se zlepšují chuťové vlastnosti vína. [2]

### **5.3 Stárnutí vína**

Zrání je proces, který neprobíhá ve všech vínech stejně. Některá vína, jako bílá stolní vína, vyzrávají během jednoho roku, jiné kvalitnější odrůdy během 2 až 5 let a některá vína, zvláště červená, si uchovávají svou kvalitu až 10 let.

Po dosažení optimální zralosti nastává pozvolné zhoršování kvality, stárnutí a odumírání vína.

Stárnutí se může zkoumat jednak smyslovou zkouškou, jednak chemickým rozbořem. *Při stárnutí se rozkládá barva a ztrácí se buket vína, které dostává nepříjemnou chuť.*

Je známo, že tyto nežádoucí změny jsou způsobeny různými oxidacemi, které ve víně probíhají. Proto se doporučuje vyzrálé víno uložit bez přístupu vzduchu. Nejčastěji se to praktikuje tak, že se víno nalahvuje, stočí do lahví, zazátkuje a uloží k dalšímu vyzrávání.

Nalahvování nestačí zastavit oxidační procesy. Oxidace se tím sice zmírní, ale nezastaví. Je to jednak proto, že nad hladinou vína je určitý prostor, který obsahuje kyslík, ale zvláště proto, že víno obsahuje oxidy, které jsou jakousi zásobárnou kyslíku.

Oxidace se může částečně zmírnit použitím oxidu siřičitého SO<sub>2</sub>, který je účinný antioxidant. Je to však pouze přechodné opatření, protože redukční účinek má jen volný oxid siřičitý. Jak se SO<sub>2</sub> ve víně postupně váže, ztrácí antioxidantní účinek.

Účinný prostředek k zabránění stárnutí a k prodloužení období optimální zralosti je *Mikro-stabil* (5-nitrofurylakrylová kyselina – 5NFA), navržený ke stabilizaci nasládlých vín.

Má široké spektrum účinku a výrazné antioxidantní vlastnosti. V minimálních dávkách 5 až 10 mg l<sup>-1</sup> udržuje ve víně prakticky trvalou antioxidantní aktivitu. [4]

## ZÁVĚR

Víno má být zdravé barvy plné aromatických a chuťových látek a jiskrného vzhledu. V mé bakalářské práci „Charakteristika kvasného procesu při výrobě moštových vín“ jsem se zabýval technologickými, biochemickými a chemickými procesy při výrobě vína. Chceme-li vyrobit kvalitní víno, potřebujeme k tomu hluboké znalosti surovin ze kterých víno vyrábíme. V našem případě je hlavní surovinou vylisovaný mošt z hroznů révy vinné. Úprava a ošetření moštu z hlediska optimálního kvasného procesu je nedílnou součástí výroby vína. Zejména odkalení moštu má velký význam pro další zpracování, odstraníme tím složky a příměsi, které mohou negativně ovlivňovat kvasný proces a způsobovat zákaly v budoucím víně.

Biochemickými procesy při výrobě vína jsem navázal na další kapitolu v níž popisují alkoholové kvašení, nežádoucí mléčné kvašení a jiné biochemické procesy probíhající při přeměně moštu na víno. Velká pozornost je věnována alkoholovému kvašení, které je znázorněno schématem a popsáno i s meziprodukty alkoholového kvašení. Nachází se zde také popis alkoholového kvašení podle II. Neubergova schématu.

Následuje popis spontánního kvašení, řízeného kvašení, popis čistých kvasinkových kultur a popis různých vlivů působících na kvasný proces. Velký význam přiřkládám důležitosti řízení kvasných procesů, především regulaci teploty při prokvašování moštu a rmutu, což má velký význam pro aroma a buketní látky v budoucím víně.

Zránění vína je další důležitou kapitolou výroby vína. Zde je především popsána jak důležitost kyslíku na formování vína, tak i jeho negativní dopady na kvalitu vína a s tím související choroby a vady vína. Významnou součástí výroby červených vín, je jeho formování a stabilizace v dřevěných sudech.

Výroba vína je rozsáhlý proces s mnoha možnostmi. Není v silách jedné bakalářské práce zabývat se všemi aspekty výroby vína. V textu jsem se však pokusil seznámit vás s těmi nejdůležitějšími záležitostmi kvasného a zracího procesu révových vín. Celá výroba vína s technologickým postupem musela však zůstat mimo rámec této bakalářské práce charakterizovat kvasný proces a dozrávání vín. Celý text byl směřován spíše na chemické a biochemické procesy v jednotlivých technologických úsecích výroby vína.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MINÁREK, E., NAVARA, A. *Chemia a mikrobiologia vína*, 1. vydání, Bratislava: Příroda 1986.
- [2] FARKAŠ, J. *Biotechnologia vína*, Bratislava: Příroda 1983.
- [3] LAHO, L., MINÁREK, E., NAVARA, A. *Vinárstvo chemia, mikrobiologia a analytika vína*, Bratislava: Příroda 1970.
- [4] FARKAŠ, J. *Technologie a biochemie vína*, SNTL, Praha 1980.
- [5] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství, Národní salón vín, Valtice 2002*, ISBN: 80-903201-0-4.
- [6] DYR, J. *Kvasná chemie a technologie I*, SNTL/SVTL, Praha 1965.
- [7] MUSIL, S., MENŠÍK, J. *Vinařství*, Praha 1980.
- [8] KRAUS, V., KONEČNÝ, A. *Základy výroby vína*, ZSN, Praha 1958.
- [9] BALÍK, J. *Vinařství – návody do laboratorních cvičení*, druhé vydání, 2004, MZLU Brno, ISBN 80-7157-809-6.
- [10] EDER, R. *Vady vína*, Národní vinařské centrum, Valtice, 2006, ISBN: 80-903201-6-3.
- [11] Zákon č. 321/2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství).
- [12] HRABĚ, Jan, BUŇKA, František, HOZA, Ignác. *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*, 1. vyd. Zlín: UTB, 2007, s.189. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [13] DYR, J. *Přehled potravinářského a kvasného průmyslu*, ZSN, Praha 1970



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČR	Česká Republika
kg	kilogram
g	gram
hl	hektolitr
l	litr
ml	mililitr
mg l <sup>-1</sup>	miligram na litr
g l <sup>-1</sup>	gram na litr
g hl <sup>-1</sup>	gram na hektolitr
g kg <sup>-1</sup>	gram na kilogram
mg kg <sup>-1</sup>	miligram na kilogram
%	procento
‰	promile
obj. %	objemové procento
°C	stupně Celsia
°	stupeň
pH	kyselost
rH	oxidačně-redukční potenciál
MPa	mega Pascal
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
°Oe	stupně Oechsleho moštoměru
°Kl	stupně Klosterneuburského moštoměru
ATP	adenosintrifosfát

ADP	adenosindifosfát
NAD <sup>+</sup>	nikotinamidadenindinukleotid
NADH <sub>2</sub>	redukovaný nikotinamidadenindinukleotid
5NFA	kyselina 5-nitrofurylakrylová
tj.	to je
aj.	a jiné
apod.	a podobně

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Haworthova projekce $\alpha$ -glukosy a $\beta$ -glukosy .....	10
Obr. 2. Haworthova projekce $\alpha$ -fruktosy a $\beta$ -fruktosy .....	11
Obr. 3. Haworthova projekce sacharosy .....	12
Obr. 4. Vznik furfuralu a arabinosy .....	13
Obr. 5. Formy kyseliny vinné .....	15
Obr. 6. Formy kyseliny jablečné .....	16
Obr. 7. Krebsův cyklus .....	34
Obr. 8. Fosforylace cukru .....	36
Obr. 9. Štěpení fosforylovaného cukru na triosy .....	36
Obr. 10. Oxidoredukce trios .....	37
Obr. 11. Defosforylace trios (vznik kyseliny pyrohroznové) .....	37
Obr. 12. Dekarboxylace kyseliny pyrohroznové .....	37
Obr. 13. Alkoholové kvašení .....	41
Obr. 14. Jablečno-mléčné kvašení .....	42
Obr. 15. Jablečno-mléčné kvašení za vzniku kyseliny mléčné .....	43

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Srovnání sladivosti cukrů se sacharosou .....	14
Tab. 2. Obsah minerálních látek v moštu .....	24
Tab. 3. Stručné schéma alkoholového kvašení .....	38
Tab. 4. Ztráty aromatických látek při různých teplotách kvašení moštu .....	48