

# Fermentační a enzymatické procesy v technologii vína

Adam Borusík

---

Bakalářská práce  
2014

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adam BORUSÍK**  
Osobní číslo: **T10801**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Fermentační a enzymatické procesy v technologii vína**

Zásady pro vypracování:

1. Přehledně pojednejte o technologiích výroby vína u nás i v zahraničí (EU)
2. Zaměřte se na hlavní typy fermentačních a enzymatických procesů
3. Uvedte způsoby využívání uvedených procesů v soudobých vinařských technologiích
4. Vyčleňte procesy nežádoucí, způsobující vady a nemoci vína
5. Na základě získaných poznatků formulujte závěry a doporučení



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. FARKAŠ J. Technologie a biochemie vína. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980
2. STEIDL, R. Sklepní hospodářství. 1. vydání. Valtice: Národní salon vín, 2002. 307 s. ISBN 80-903201-0-4
3. ŠILHÁLKOVÁ L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. 2. vydání. Praha: Victoria publishing a. s., 1995. 361 s. ISBN 80-85605-71-6
4. PELIKÁN, M., DUDÁŠ, F., MÍŠA, D. Technologie kvasného průmyslu. 1. vyd. Brno: MZLU, 2004. 135 s. ISBN 80-7157-578-X.
5. STEIDL, R., RENNER, W. Problémy kvašení vín. 1. vyd. Valtice: Národní salon vín, 2004. 74 s. ISBN 80-903201-3-9.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.**

Ústav analýzy a chemie potravin

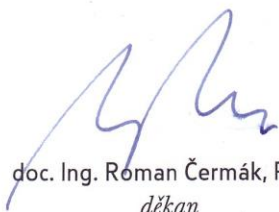
Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2014**


Termín odevzdání bakalářské práce:

**16. května 2014**

Ve Zlíně dne 11. února 2014

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
Ing. Jiří Mlček, Ph.D.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ADAM BORUSÍK

Obor: Technologie a řízení  
v gastronomii, spa. v in. tech.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16.5.2014

Borusík

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjádřeně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(1) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(2) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá tradičními i novými enologickými procesy ve vinařské technologii. Hlavní část bakalářské práce pojednává o fermentačních a enzymatických procesech, jejich jednotlivých faktorech a využití enzymatických přípravků, které napomáhají z hroznů získat vysoce kvalitní víno. Poslední kapitola bakalářské práce zároveň také upozorňuje na nežádoucí procesy, které způsobují vady a nemoci vín.

Klíčová slova: fermentace, víno, mošt, hrozny, enzymy, alkohol, kyseliny, kvasinky, bakterie, technologie, *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces*.

## ABSTRACT

Bachelor thesis deals with traditional and new oenological processes in wine technology. Main part of thesis deals with fermentation and enzymatic processes, their individual factors and use of enzymatic preparations, which helps the wine to create adequate wine. The last chapter of thesis withal informs about undesirable procedures, that cause defects and wine diseases.

Bachelor thesis was elaborated at the Tomas Bata University in Zlin, Faculty of Technology, Department of Food Biochemistry and Analysis, in Zlin 2013

Keywords: fermentation, wine, cider, grapes, enzyme, alcohol, acids, yeasts, bacteria, technology, *Saccharomyces cerevisiae*, *Brettanomyces*.

Děkuji vedoucímu doc. Ing. Pavlu Valáškoví, Csc. Za pomoc a odborné vedení při zpracování mé bakalářské práce.

Motto:

In vino veritas...

Někdy se tak sám sebe ptám. Odkud jsme přišli, kam směřujeme, jaký smysl má lidská existence? Potom si naleju odpověď a je zase dobře.

... nyní jsem pravdou přeplněn

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA U NÁS I V ZAHRANIČÍ (EU)</b> .....	<b>11</b>
1.1 HISTORIE VÝROBY VÍNA .....	11
1.1.1 Výroba vína v Egyptě.....	11
1.1.2 Výroba vína v Řecku a Římě .....	12
1.1.3 Od středověku k novověku.....	14
1.1.4 Výroba vína na území Čech .....	15
1.2 TRADICE A MODERNÍ ENOLOGIE .....	16
1.3 TECHNOLOGIE VÝROBA BÍLÉHO A ČERVENÉHO VÍNA V SOUČASNOSTI .....	17
1.3.1 Sklizeň.....	17
1.3.2 Zpracování hroznů.....	17
1.3.3 Lisování.....	19
1.3.4 Úprava moštu .....	20
1.3.5 Kvašení.....	20
1.4 TECHNOLOGIE VÝROBY RŮŽOVÉHO VÍNA A KLARETU.....	20
1.5 TECHNOLOGIE VÝROBY PŘÍRODNĚ SLADKÝCH VÍN .....	21
1.5.1 Ledové víno.....	21
1.5.2 Slámové víno.....	21
1.5.3 Tokajská vína .....	22
1.6 TECHNOLOGIE VÝROBY ŠUMIVÝCH A PERLIVÝCH VÍN.....	23
1.6.1 Šumivé víno .....	23
1.6.2 Perlivé víno .....	23
1.7 TECHNOLOGIE VÝROBY AROMATIZOVANÝCH A LIKÉROVÝCH VÍN .....	23
1.7.1 Aromatizované víno .....	23
1.7.2 Likérové víno .....	24
<b>2 ALKOHOLOVÁ FERMENTACE</b> .....	<b>26</b>
2.1 BIOCHEMICKÉ PROCESY V PRŮBĚHU ALKOHOLOVÉ FERMENTACE.....	26
2.2 KVASINKY .....	28
2.2.1 Druhy kvasinek.....	28
2.2.2 Množení kvasinek .....	29
2.2.3 Výživa kvasinek .....	30
2.2.4 Fáze kvašení .....	32
2.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVAŠENÍ .....	33
2.3.1 Teplota.....	33
2.3.2 Cukernatost moštu.....	33
2.3.3 Obsah alkoholu.....	34
2.3.4 Kyselina siřičitá.....	34
2.3.5 Obsah kalů.....	34
2.3.6 Kyslík .....	34
2.4 ALKOHOLOVÁ FERMENTACE.....	34
2.4.1 Spontánní kvašení .....	35



2.4.2	Řízené kvašení .....	35
2.4.3	Dokvašení vín.....	35
2.5	MALOLAKTICKÁ FERMENTACE NEBOLI JABLEČNO-MLÉČNÁ FERMENTACE.....	36
<b>3</b>	<b>ENZYMATICKÉ PROCESY .....</b>	<b>38</b>
3.1	PEKTOLYTICKÉ ENZYMY .....	38
3.2	GLUKANÁZY.....	39
3.3	GLUKOSIDÁZY .....	39
3.4	LYSOZYM PROTI ODBOURÁNÍ KYSELINY .....	40
3.5	LAKÁZA.....	40
<b>4</b>	<b>VYUŽITÍ PROCESŮ V SOUDOBÉ VINAŘSKÉ TECHNOLOGII.....</b>	<b>41</b>
4.1	VÝROBA VÍN REDUKTIVNÍ METODOU .....	41
4.2	KARBONICKÁ MACERACE .....	43
4.3	MACERACE ZA STUDENA .....	44
<b>5</b>	<b>NEŽÁDOUCÍ PROCESY ZPŮSOBUJÍCÍ VADY A NEMOCI VÍN .....</b>	<b>46</b>
5.1	HNĚDNUTÍ VÍNA .....	46
5.2	PACHUŤ PO KYSELINĚ SÍROVÉ A SIŘIČITÉ .....	47
5.3	KVASNIČNÁ PACHUŤ .....	48
5.4	PACHUŤ VARNÁ A PO TŘAPINÁCH .....	48
5.5	KOVOVÁ PŘÍCHUŤ .....	48
5.6	PELARGONIOVÝ TÓN.....	49
5.7	KŘISOVATĚNÍ .....	49
5.8	OCTOVATĚNÍ .....	50
5.9	VÍNO BRETTEY .....	51
5.10	MYŠINA.....	53
5.11	MÁSELNÉ KVAŠENÍ.....	53
5.12	MLÉČNÉ KVAŠENÍ.....	54
5.13	MANITOVÉ KVAŠENÍ.....	54
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>59</b>

## ÚVOD

Vinná réva v dnešní podobě je výsledkem lidského snažení po tisíce let. První výskyt révy je doložen již v druhohorách, tzn. už před 150 mil. let, tím se řadí mezi nejstarší kulturní rostliny. Člověk sběrač věděl o révě vinné a jejích plodech už v mladší době kamenné a je téměř jisté, že hrozny sbíral a pil i jejich šťávu v čerstvém i zkvašeném stavu. To všechno nás přesvědčuje o tom, že člověk vinnou révu znal a kultivoval. Můžeme tedy říci, že vinná réva doprovází člověka od počátku jeho existence.

Všeobecně je známo, že víno obsahuje látky, které mohou při umírněné konzumaci pozitivně působit na naše zdraví. Tento fakt vyplývá z bohaté řady publikovaných zdravotních studií věnovaných alkoholu. Mezi tyto látky patří zejména fenolické látky a třísloviny. Pití vína snižuje riziko kardiovaskulárních chorob, zlepšuje činnost trávicího traktu, chrání před nervovými onemocněními, pomáhá ke snižování váhy, má pozitivní účinky na činnost plic a podporuje plodnost u žen.

V posledních letech, kdy spotřeba vína v ČR stoupá, se zvyšují požadavky konzumentů na kvalitu vín a zároveň roste i konkurence na trhu s vínem. Z tohoto důvodu dnešní výrobci stále více využívají moderních technologií ke zkvalitnění produkce a při výrobě využívají enzymatické přípravky, které zaručují docílení vynikajících organoleptických vlastností.

Tato práce pojednává o technologii výroby vína od minulosti až po její současnost. V první kapitole se věnuji technologiím výroby evropských vín. V následujících kapitolách popisují alkoholovou fermentaci, enzymatické procesy a využití těchto procesů v soudobé vinařské technologii. Nedílnou součástí výroby vín jsou také nežádoucí procesy způsobující vady a nemoci vín, jimž se věnuji v závěru své práce a kterým se dá při dodržení správného výrobního postupu vyhnout.

Výše uvedené procesy jsou rozhodující pro kvalitu vyrobeného vína a v dnešní době jsou již tak propracované, že je možné je do značné míry řídit, a tím výslednou kvalitu vína přímo ovlivňovat.

# 1 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA U NÁS I V ZAHRANIČÍ (EU)

## 1.1 Historie výroby vína

Je známo, že réva vinná rostla již před 150 mil. let (počátkem druhohor), a proto patří mezi nejstarší kulturní rostliny. Podrobnějším studiem se lidé zabývali v okolí Kaspického moře před 10 000 lety, a vzniklo tak vinařství, poskytující vědecký základ tohoto oblíbeného celosvětového zájmu.

Samotný termín „víno“ pochází z gruzínského gvino a jako nápoj je spojeno se vznikem civilizace. Pro svou jedinečnou chuť byla nejčastěji kultivována planá *Vitis vinifera*, hojně pěstována zejména ve vyšších kulturách blízkého východu, dnes v oblastech Iránu a Izraele. A právě archeologická expedice v Iránu objevila džbán s úzkým hrdlem, na jehož dně byla jakási nažloutlá usazenina. Po důkladné analýze bylo zjištěno, že obsahuje kyselinu vinnou v množství, které se vyskytuje výhradně v hroznech, a terebintovou pryskyřici, jíž se ve starověku, až po éru Římanů, užívalo ke konzervaci vína. Džbán byl prokazatelně zhotoven mezi lety 5400 a 5000 před naším letopočtem. Nejstarší nalezené víno je tedy sedm tisíc let staré a Sumerové jsou zatím nejstaršími zjištěnými vinaři. Dále se réva rozšířila do Egypta, Sýrie, Babylonie, potom do Číny, Palestiny a Řecka. Víno se stalo součástí kultury a považovalo se za jednu ze základních životních potřeb. Římané, dědicové řecké kultury, převzali jejich révu i vína. Bylo zvykem pít víno zředěné s vodou, také do něj přidávali koření. Začali víno scelovat, mísit a také falšovat. Z tohoto období je zachována literatura o vinařství, ve které jsou uvedeny způsoby pěstování a postupy při výrobě vín. V průběhu dobývání jednotlivých území Římany se réva rozšířila i do těchto oblastí. Tímto způsobem dorazila réva do Francie, Španělska, Německa a v letech 276 až 282 za vlády císaře Proba i na naše území [1].

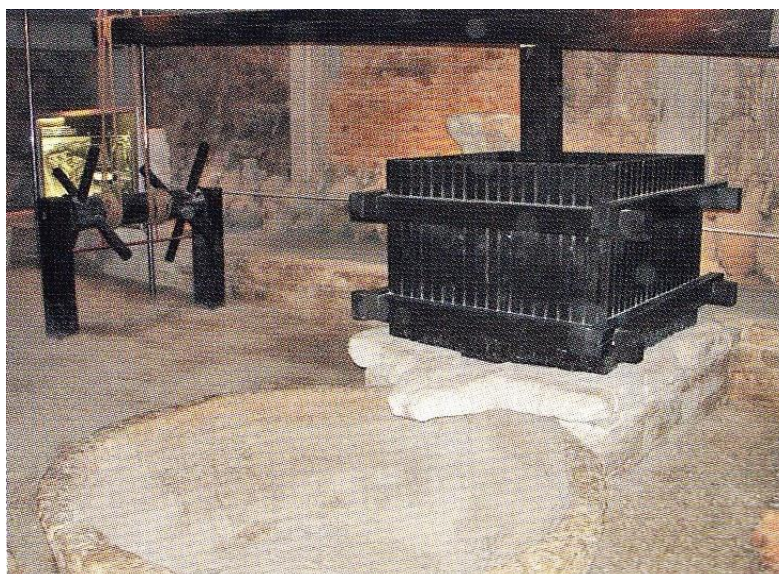
### 1.1.1 Výroba vína v Egyptě

Ve starém Egyptě bylo vinohradnictví a vinařství výsadou vyšších vrstev. Až do roku 332 před naším letopočtem, kdy začalo takzvané „helénské období“ Egypta, vlastnili vinice pouze vládci, šlechta nebo chrámový kněžží. Tomu odpovídala i egyptská technologie výroby vína, která byla na vysoké úrovni.

Réva vinná se pěstovala na vysokých pergolách a bobule hroznů měly nejružnější zbarvení. Mošt se získával vyšlapáváním hroznů v kamenných stolicích, což byly velké, z kamene vytesané nádoby s otvorem pro odtok moštu. Matoliny zbylé po odtoku moštu se dávaly do velkých režných plachetek, které měly na dvou protilehlých stranách připevněny dřevěné tyče. Otáčením tyčí v protisměru docházelo k ždímání zbytků z matolin. Mošt se ke kvašení plnil do velkých nádob. Po vykvašení se filtrovalo mladé víno přes lněné plachetky a poté se ukládalo ke zrání do menších amfor, které se uzavíraly hliněnými zátkami s pečeti. Pečeť nebo nápis na amfoře uváděly ročník sklizně, polohu vinice, výrobce a jméno zodpovědné osoby. Jeden z takových záznamů informuje, že „v roce 1 [se urodilo] dobré víno ze zavlažovaných vinic chrámu Ramsese II. v Per Ammon, [za kvalitu odpovídá] vrchní správce vinného sklepa Thothmes“ [2].

### 1.1.2 Výroba vína v Řecku a Římě

Výroba vína v Řecku se prokazatelně váže k období 1600-1200 před naším letopočtem. Na Krétě se dochoval kamenný šlapací lis v minojské vile datované okolo roku 1600 před naším letopočtem. Podle maleb na vázách se již v 6. století před naším letopočtem používaly k lisování hroznů kládové lisy. Mladší šroubové lisy pocházejí z období po působení řeckého vynálezce Archiméda (287-212 př. n. l.).



Obr. 1 Kládový lis [2].

Řeční vinaři kvasili mošt ve velkých hliněných nádobách a po šesti měsících jej přetáčeli ke zrání do menších hliněných nádob zvaných pithoi. Porézní stěny hliněných nádob se utěšňovaly smolou nebo pryskyřicí. K ošetřování vína užívali Řekové nejrůznější látky jako křídou, sádru, vápno z mramoru, skořápky mušlí, terpentýn, smůlu či pryskyřici. Do některých vín dokonce přidávali různé aromatické byliny. Podle barvy rozeznávali vína černá, bílá, červená a žlutá. Podle chuti lehká, suchá, tříslovitá nebo sladká.

Římané přikládali velký význam stanovištím a klimatickým podmínkám pro pěstování a správnému určení termínu sběru hroznů. Věděli, že hrozny sklizené v prvním termínu zralosti dají nejvíce moštu, ve druhém sběru dávají nejlepší víno a z těch nejpozději sklizených vznikají vína sladká. Znali odzrňování hroznů i výrobu slámových vín. Římské vinařství bylo předobrazem výroby vína až hluboko do novověku. Budova určená pro výrobu vína již tehdy měla lisovnu vybavenou kládovým lisem, kvasírnu a ležácký sklep. Z lisovny se mošt vedl do kvasírny kanálky i trubkami. Kvasírna byla udržována v nejvyšší čistotě, neboť se tu rodilo z moštu víno. V měsících květnu až červenci se vína stáčela z kvasnic a ukládala v ležáckém sklepě do amfor. Vína se čistila buď jen filtrací přes plátina, nebo se používalo čiření vaječným bílkem. Část moštů se zahřívala v horké vodní lázni, a tím se konzervovala pro zimní období, zatímco část se zahušťovala v olověných kotlích. Zahuštěný mošt se používal místo medu, který byl drahý, nebo sloužil ke zlepšování vína z méně vyzrálých hroznů, případně k výrobě dezertních vín, mnohdy kořeněných.

Na hliněných amforách byly napsány poměrně podrobné údaje o víně: původ, poloha, datum plnění, jméno vína, jeho barva, stáří vína a jméno sklepmistra. Přesné údaje byly důležité, neboť se některá vína pila 10 až 15 let stará. Amfory se uzavíraly hliněnými nebo od 1. století před naším letopočtem korkovými zátkami. Někdy se na hladinu vína nalila slabá vrstvička olivového oleje, aby se zamezilo přístupu vzduchu. Jindy se k uzavření používala i těsnicí hmota ze směsi smůly, pryskyřice, vápna nebo sádry.

Během časů Říše římské se kvalita výroby vína pozvedla. Přesto však římské vinařství vděčí za jedno z nejvýznamnějších vylepšení Keltům. Ve 3. století našeho letopočtu totiž ustoupily římské amfory keltským sudům, ve kterých se víno nejen lépe převáželo, ale i mnohem lépe zrání. Keltové již tehdy používali pro výrobu sudů dřevěné dužiny a kovové obruče [2].

### 1.1.3 Od středověku k novověku

Po rozpadu Římské říše došlo ve vinařství na mnoha místech k celkovému úpadku. Až Karel Veliký se ve svém nařízení z roku 813 snažil vnést do ošetřování vín pořádek a čistotu. Zakázal vyšlapování hroznů nohama a přechovávání vína v kožených vacích. Víno se vyrábělo jako směsice různých odrůd, jen některé tradiční oblasti Francie, Německa a Španělska nacházely svoji svébytnost ve výrobě vín z jedné odrůdy.

V tomto období dochází k mnoha vědeckým poznatkům, které přispěly ke kvalitnější výrobě vína. Abu Musa Jabir (721-815), arabský filozof, lékař a alchymista, známý pod latinským jménem Geber, je považován za objevitele kyseliny citronové i octové a v neposlední řadě kyseliny vinné. Využíval víno k destilování, a také si všiml, že při zahřívání vína se uvolňuje vznětlivá pára, kterou o století později identifikoval perský učenec Rasis jako etanol.

Ve středověku výroba vína dlouho trpěla pověrami, uplatňovanými nejvíce u napravování vad vína. Mnohé vady se zakrývaly macerováním nejrůznějších bylin ve víně. Například preventivní síření, které pravděpodobně znali již Římané, bylo zapomenuto a znovuobjeveno až v 15. století. Síření začali tehdy používat při ošetřování i vinaři u nás. Vyráběli si sírné knoty nanášením roztavené síry na hadřík. „Einšlág“ se pak zapálil a hořící se zavěsil do prázdného, dobře vyčištěného sudu. O přesném množství síry se v pramenech nemluví, ale přesíření vína bylo trestné a víno se mohlo určit ke zničení.

K dalšímu viditelnému vývoji došlo až koncem 18. století, kdy se při výrobě uplatňovalo vědeckých poznatků. V oblastech mírného pásu, kvůli špatnému dozrávání, byli nuceni snížit objem výroby a začít pěstovat hrozny blízko nad povrchem půdy. Tím zvýšili cukernatost i barevnost výsledných vín. Dále začali využívat dlouhodobé macerace rmutu v hotovém víně. Díky těmto technologiím získaly například cabernety plnou chuť a tmavě červenou barvu.

Módnímu trendu pomohl Jean-Antoine Chaptal, který vyvinul technologii přidávání řepného cukru do ještě nefermentovaného moštu, neboli docukřování, a proto se jí dnes říká „chaptalizace“. Přidání cukru maskuje nevyzrálou hroznů tím, že vyrovnává vysoký obsah kyselin, přičemž přidáním cukru do moštu nevzniká sladší víno, jen se zvyšuje obsah alkoholu.

V roce 1863 objevil Louis Pasteur podstatu alkoholového kvašení u vína a dokázal, že probíhá na základě mikrobiální aktivity. Tak se otevřela důležitá cesta ke studiu kvasniční a bakteriální mikroflóry v mošttech a vínech, která vedla k selekci kvasinek i bakterií a ke vzniku čistých kultur kvasinek a později bakterií.

Koncem 19. století postihla evropské vinice největší katastrofa, z Ameriky byl do Evropy zavlečen révokaz, který postupně zničil evropské vinice. Ve stejném období se podobnou cestou rozšířily také dvě houbové choroby, plíseň révová (peronospora) a padlí révové (oidium). Na trhu se poté začala objevovat umělá vína velmi nízké kvality. Vysazovaly se proto odrůdy křížené s odolnými odrůdami z Ameriky.

Po druhé světové válce se postupně obnovovaly zanedbané vinice. Z počátku se rozjížděla kvantitativní výroba, poté se přešlo na výrobu kvalitativní. Snížil se objem sklizní a při výrobě se uplatňovaly nejmodernější technologické postupy. Aby se dosáhlo vyšší kvality, snaží se vinaři vyrábět vína s doloženým původem a s jedinečným charakterem vycházejícím z nezaměnitelného výrazu terroiru prvotřídních tratí. Právě spojením nových technologických poznatků a dlouholetých zkušeností s rukopisem nadaného a svědomitého vinaře lze vyrobit vysoce kvalitní vína se zajímavou strukturou [2, 3].

#### 1.1.4 Výroba vína na území Čech

Výroba vína se na území Čech začala rozvíjet především zásluhou císaře Karla IV., který vydal nařízení k zakládání vinic a upravil poměry vinařství u nás, ale také dal dovést z Burgundska vinnou révu, aby zlepšil sortiment pěstovaných odrůd v českých vinicích. Jeho zásluhou se tak k nám dostala hlavně odrůda Burgundské modré, dále odrůdy rakouské, Běl velká neboli Vídeňka a Běl drobná a německé, Tramín, Tarant bílý, Lampart bílý, Brynšt (Tramín bílý) a z Uher odrůda Klenice (Gohér) [1].

Hrozny se drtily na vinici do dřevěných puten s obsahem asi 35 kg. Pomačkané hrozny se poté umisťovaly do dřevěného sudu uloženého na voze, který měl na horní straně velký otvor určený k nalévání rmutu. Nádoby naplněné rmutem se uzavřely a přitáhly koňským nebo kravským zápřahem před lisovnu nebo sklep majitele vinohradu. Tady se rmut přelil do připravené kádě a přenášel se v putnách nebo malých puténkách do lisovny. V některých modernějších lisovnách bylo dřevěné koryto, kterým se rmut přepravoval přímo do kádě v lisovně, takže odpadlo pracné nošení v putnách. Tehdy se do rmutů jen málokdy přidával cukr. Cukernatost hroznů dosahovala 16-25°Kl, což stačilo na to, aby víno

obsahovalo zhruba 10-15 obj. % alkoholu a tak bylo chráněno před křísovatěním. Když byly hrozny málo vyzrálé, bylo víno méně alkoholické a v domácnostech se konzumovalo i s nižším obsahem alkoholu (7-9 obj. %). Ošetřování rmutů a moštů oxidem siřičitým se zavádělo až později a to postupně jen v některých případech. Proto bylo celkem běžné a samozřejmé, že v barvě bílého vína byl zřetelný zlatý nebo hnědý odstín [4].

Rmuty se pochopitelně nezbavovaly stopek, a to ani u modrých hroznů určených na výrobu červeného vína. Víno z takových rmutů mělo proto drsnou travnatou příchut' po stopkách (chlorofylu) a třapínách. Červená vína byla příliš trpká, drsná a kyselá, protože se do nich vyluhovalo příliš mnoho tříslovin. Červená vína měla obvykle i v průměrném roce velmi světlou barvu, a to zejména Frankovka a Burgundské červené, protože doslazení, pokud bylo potřebné, se provádělo až po vylisování nakvašených rmutů, čímž docházelo k zeslabení barvy. Prakticky se cukr přidával až do mladého vína, kde víno znovu a dlouho kvasilo. Přidáním cukru se barva někdy snížila a vznikalo nebezpečí nežádoucího kvašení vína na kyselinu octovou. Kromě toho se různé červené barvivo ze slupek modrých hroznů nevyluhovalo, neboť bylo ve rmutu malé množství alkoholu, který je schopný barvivo ze slupek dostat. Také matolinový klobouk byl ponořován nepravidelně nebo vůbec, což mělo za následek octovatění červeného vína nebo prudké zvýšení teploty v matolinovém klobouku [4].

## 1.2 Tradice a moderní enologie

V podstatě je možné konstatovat, že moderní enologické postupy vycházejí z tradice a na druhé straně by také tradice měla pracovat s poznatky moderní enologie. Využívání vzájemné symbiózy vede ke kvalitnějším vínům a podstatně jednoduššímu a daleko předvídatelnějšímu vinohradnictví a vinařství.

Dnešní moderní enologie je postavena na tradičních postupech. Poznatky mikrobiologie a biochemie však umožňují využívat tyto poznatky daleko lépe. Vinař potom může předpovídat, kde na něho čekají rizika, a může těmto rizikům předcházet, ne se je snažit eliminovat. Nové enologické výzkumy například prokázaly, u kterých odrůd je výhodnější mechanizovaná sklizeň než ruční sběr. Další samostatnou kapitolou, která ulehčuje práci vinařům, je znalost kvalitních parametrů hroznů. Dobrým příkladem může být sledování hodnot pH hroznů nebo vína. V minulosti se realizovalo jen málokdy. Dnes ho měří spousta vinohradníků a vinařů, protože díky novým enologickým poznatkům vědí, že jim tato hodnota



napoví mnohé o kvalitě hroznů a také umožní podstatně jednodušeji a předvídatelněji řídit průběh kvašení. Dalším velmi klíčovým parametrem kvality je obsah asimilovatelného dusíku v hroznech. Znalost obsahu je klíčová pro všechny postupy zpracování hroznů [5].

### 1.3 Technologie výroba bílého a červeného vína v současnosti

Rékové víno má být vyrobeno jen z čistých hroznů, přídatných a konzervačních látek, které odpovídají požadavkům stanoveným vinařským zákonem a zvláštními předpisy. Výrobce je povinen dodržovat požadavky na výrobu, jakost a zdravotní nezávadnost stanovené výše uvedeným zákonem. Nejlepší víno lze vyrobit jen z nejlepších hroznů. Podaří-li se vinařům potenciál, který je k dispozici v bobulích, také využít a ve sklepě ho neznehodnotit, je již na samém vinaři [6, 7].

I když je výroba vína technologií velmi starou, stále se objevují nové zkušenosti se zpracováním hroznů. Připomeňme si tedy několik základních vinifikačních zásad a postupů, které nám technologická moderna umožňuje. Není jedna univerzální cesta jak maximálně zhodnotit potenciál suroviny. Rozhodující je kvalita hroznů a umění vinaře vyrobit typ vína, který začal vytvářet na vinici. V žádné výrobní fázi vína se nesmí podceňovat hygiena celého sklepního zařízení a jeho vybavení, které přichází do styku s hrozny, moštem nebo vínem [8].

#### 1.3.1 Sklizeň

Sklizeň hroznů je vhodné provádět při suchém počasí. I pouhé orosení hroznů například při mlze znamená ředění vodou až o 6 %. Šetrný sběr, transport a šetrné zpracování hroznů jsou dnes považovány za prvotní předpoklady kvalitního zhodnocení surovin. Cílem je minimalizovat zatížení moštu kalovými částicemi, snížit pohyb a mechanické namáhání rmutu (minimum čerpání, velkopřůřezová potrubí, pomalá čerpadla, šetrné lisování). Dosáhne se tak rovnoměrnějšího průběhu kvasného procesu a nižší produkce tepla, které se odrazí v nižších ztrátách alkoholu a aromatických látek odparem, ve snížení produkce širokého množství vedlejších produktů a zapojení nebezpečných mikroorganismů [8, 9].

#### 1.3.2 Zpracování hroznů

Mezi sklizní hroznů a začátkem alkoholové fermentace by měly uplynout maximálně dva dny. Zásadou by mělo být, že sklizené hrozny týž den zpracujeme. Snažíme se tím předejít

jejich zapaření, popřípadě naoctění. Výhodné je, pokud nebudeme zpracovávat do 12 hodin, ošetřit hrozny pyrosulfidem draselným, tím se zabrání případné oxidaci. Dnešní poznatky uvádějí, že způsoby zpracování mohou utvářet charakter vína až z 80 %. To se ovšem dotýká nejenom charakteru vína a jeho způsobilosti k ležení, ale mnohými pracovními zákroky dochází ke změnám mikroflóry, a tím také ke změně podmínek pro kvasný proces. Proto se musí věnovat zvláštní pozornost tomuto výrobnímu kroku. Důležité je pokud možno plynulé, rychlé a šetrné zpracování a doprava sklizeného materiálu. V ideálním případě se vše děje samospádem, to znamená žádné zbytečné přečerpávání. V minulých desetiletích došlo k výrazné mechanizaci zpracování hroznů. Což výrazně urychluje práci, ale také se zvyšuje množství kalů, které mohou negativně ovlivnit výsledné víno.

Dovezené hrozny se dále zpracovávají a ošetřují následujícími způsoby: mletí, drcení a odzrnění hroznů, síření, ochrana před oxidací pomocí  $\text{CO}_2$ , macerace, přidavek pektolytických enzymů, stočení rmutu a kvašení rmutu. Ale ne u všech vín jsou výrobní postupy totožné. Donedávna se ještě uvádělo, že výroba bílého a červeného vína se liší jen dvěma kroky, čiřením moštu a okamžitým lisováním bílých hroznů. Dnes už tato skutečnost neplatí.

- Mletí, drcení a odzrnění hroznů

Odzrnění je oddělení boulí od třapin, pro tento krok se využívají mlýnkoodzrňovače. Odstranění třapin patří k dobrým a dnes již k obvyklým zákrokům. Nezbytné je to u výroby červených vín a u vín u kterých se počítá s macerací. Drcením se naruší bobule hroznů a tím se docílí snadnější uvolnění šťávy. Drtící válce ale nesmí být příliš blízko u sebe, protože by mohlo dojít k rozdrcení pečíček a třapin, z kterých by se uvolnily nežádoucí extraktivní látky. Pokud proběhne drcení až po odstopkování, sníží se tím podíl kalů [6].

- Síření

Přídavek oxidu siřičitého do rmutu má tři účinky: útlum (velmi aktivních) oxidačních enzymů, útlum divokých kvasinek a bakterií, vyvázání vzdušného kyslíku. Čím dříve se tento přídavek uskuteční, tím lépe bude rmut chráněn před účinky vzduchu, zabrání se hnědnutí a podpoří se vývoj buketu čistých tónů. Nejčastěji se síří disiřičitanem draselným, nejlépe je aplikování přímo na hrozny, aby se během odstopkování a drcení dokonale promísil. Dávkuje se u zdravých hroznů do 50 mg/l, u nahnilých nebo botrytických více, ale dávka by

neměla překročit 100 mg SO<sub>2</sub> na litr rmutu. Na ochranu rmutu před oxidací lze použít také CO<sub>2</sub>, např. v případě předpokládaného biologického odbourávání kyselin [9].

- Macerace

Macerací se docílí lepší extrakce aromatických látek vázaných ve slupkách a těsně pod slupkou. Delší vyluhování u hroznů s načervenalou slupkou vede k vyšší barvě a zvýšení aromatu vína, které je pak komplexnější a širší [9].

- Použití pektolytických enzymů

Použití enzymatických preparátů může působit na zlepšení výlisnosti hroznů, odkalení, čiření, filtrace a stabilizace vína, zlepšení extrakce a umožňuje extrakci aromatických barviv. Přidáním pektolytických enzymů při přípravě červených vín lze urychlit uvolňování barviva z buněk. To se používá u dřívějšího lisování, jinak tuto práci můžou při dlouhodobém naležení odvést enzymy obsažené v hroznech [9].

### 1.3.3 Lisování

Lisováním se odděluje kapalná část od pevné. Hlavní zásadou při lisování je použití nízkého tlaku na počátku lisování a jeho postupné mírné zvyšování. Tím se umožní plynulý odtok moštu. Během lisování je možné oddělit jednotlivé podíly moštu.

Samotok (40-60 %), vytékající ze rmutu bez lisování, který obsahuje vyšší podíl kyselin a cukrů, je světlejší a má nižší extrakt. Je vhodný pro velmi jemná vína, lehčí vína, ne pro naležení drtě i pro vína plnější.

Střední podíl, lisovaný mošt (40-60 %), se získává užitím tlaku a mísí se většinou se samotkem.

Dolisek (10 %), vyšším tlakem se poškozují slupka případně i pecičky a mošt poté obsahuje více taninů, minerálních látek, barviv a hořčin. Má nižší obsah kyselin a cukrů, při výrobě kvalitnějších vín by se měl zpracovávat samostatně [2, 9].

Dnes tvoří standard horizontální lisy mechanické, hydraulické nebo pneumatické, které mají nafukovací vodorovný vak uvnitř děrovaného válcového koše. Takové lisy pracují plně automaticky podle zvoleného programu [2, 9].

### 1.3.4 Úprava moštu

- Odkalení

Vylisovaný mošt vykazuje vždy určitý stupeň zakalenosti. Zůstávají v něm pevné částice pocházející z bobulí. Alkohol vznikající při kvašení by vyluhoval z kalicích částic nežádoucí látky a snížila by se jemnost vína, proto je nezbytné kalicí částice z moštu odstranit. Odkalení se může uskutečnit diskontinuálně nebo kontinuálně. Odkalením diskontinuálně se rozumí sedimentace kalů ke dnu nádoby, nejčastěji se nechá mošt odležet přes noc. Při kontinuálním odkalení se využívá odstředivky [3, 9].

- Doslazení

Po odkalení moštu a ještě před začátkem fermentace provedeme úpravu cukernatosti, jestliže je to potřebné z důvodu nepříznivého počasí [9].

### 1.3.5 Kvašení

Alkoholové kvašení je základem technologie výroby vína. Jedná se o nejdůležitější biochemický proces při výrobě vína, který vyžaduje důslednou kontrolu svého průběhu [3].

## 1.4 Technologie výroby růžového vína a klaretu

Růžová vína získávají v posledních letech stále více na popularitě. Je to mezistupeň mezi červeným a bílým vínem. Zahrnuje širokou škálu barev a odstínů (pivoňka, fialka, losos, koroptví oko, meruňka), vůní a chutí. Vyrábí se z hroznů modrých odrůd, a to zpravidla třemi základními metodami, které zahrnují množství variací:

1. Přímé lisování celých hroznů - využívá se u odrůd s obsahem barviv v dužině bobule anebo v případě požadavku na přípravu klaretu.
2. Krvácení – samovolné odtékání moštu ze rmutu, šťáva je obohacena o barviva a tříslovitě látky obsažené ve slupkách.
3. Krátká macerace – tato metoda je nejnáročnější na zkušenosti a odhad vinaře, délka a způsob macerace či mírného nakvácení závisí na odrůdě, ročníku a požadavku na výsledné víno.

Kvalitní růžové víno musí být připraveno z vyzrálé suroviny nejlépe v kategorii pozdního sběru a mít dobrý minerální podtext s pevnou kořenitostí v dochuti.

Dříve se u nás vyrábělo a pilo mnoho „růžáků“ vzniklých společným zpracováním bílých i modrých hroznů. Bývala to vína velmi pitelná k běžné stravě. Někde je tento způsob dovolený. Na Balkáně se toto víno nazývá Opol, speciální růžové víno v Rakousku je Schilcher, získávané z odrůdy Wildbacher v západním Štýrsku [10].

Výroba klaretu se využívá nejčastěji ve Francii. U nás se označení klaret užívá pro bílá vína z modrých hroznů, které se získávají buď jejich přímým lisováním bez odzrnění a drcení bobulí, jako tomu je v oblasti Champagne. Tlakem při lisování bobule modrých hroznů praskají a vytéká z nich bezbarvý mošt s nízkým obsahem tříslovin. Takové mošty jsou vhodné pro výrobu vín šumivých. Nebo se hrozny odzrní a z drti se nechá odtékat první bezbarvý mošt bez lisování, toto víno mívá jemný růžový odstín. Drť, ochuzená o určité množství moštu, pak slouží k výrobě červeného vína, které mívá intenzivnější barvu a vyšší extrakt [10, 11].

## 1.5 Technologie výroby přírodně sladkých vín

### 1.5.1 Ledové víno

Jakostní víno přívlastkové, vyrobené z optimálně vyzrálých hroznů, které se sbírají při teplotě  $-7^{\circ}\text{C}$  a nižší. Hrozny po dobu sběru a zpracování musí zůstat zmrzlé a získaný mošt má cukernatost minimálně  $27^{\circ}\text{NM}$ . Po vylisování velmi cukernatého moštu se ohřeje na  $18^{\circ}\text{C}$ , aby mohla nastoupit fermentace. Množství neprokvašeného cukru se obvykle pohybuje v rozmezí 40–200 g/l. Výroba ledového vína je složitá, vylisnost nízká, kvašení pozvolné a výsledný produkt méně alkoholický a nektarový. První ledové víno bylo vyrobené v r. 1842 [2, 12].

### 1.5.2 Slámové víno

Název vína s přívlastkem, vyrobeného z nepoškozených hroznů dosoušených minimálně tři měsíce v dobře větraných místnostech na slámě, rákosí nebo šnůrách. Získaný mošt musí mít minimální cukernatost  $27^{\circ}\text{NM}$ . Většinou se pro výrobu užívá hroznů bílých odrůd. Zvláštností je dosoušení modrých hroznů pro výrobu červeného vína Amore v italské oblasti Valpolicella. K tvorbě těchto vín se dříve používaly odrůdy révy vinné, jejichž hrozny při přezrávání tvořily již na keři ciběby. Jelikož podmínky pro tvorbu ciběb nejsou každý rok stejné a v severnějších oblastech dochází ke tvorbě jen ojediněle, je nutné hrozny po

sklizni dosušovat, aby se z nich vypařil další podíl vody a zvýšila se tím koncentrace cukrů. Hrozny se musí nechat sušit nejméně tři měsíce a záleží na vinaři, jak vysoké koncentrace látek chce dosáhnout [2].

### 1.5.3 Tokajská vína

Tokajské víno je přírodní dezertní víno nefortifikované, nedoslazované, s velkou náročností na ruční práce. Tokajská vína se vyrábí a rostou jen na určitém území v Maďarsku a na Slovensku, chráněném pohořím Karpat. Vysoká kvalita tokajských vín, jako jejich charakteristická chuť a vůně po chlebovině, je zapříčiněná tím, že se hrozny nechají přezrát, přičemž se z bobulí vytvoří hrozinky. V příznivých podmínkách při zrání a přezrávání bobule napadá ušlechtilá plíseň *Botrytis cinerea*, která dává tokajskému vínu osobitou charakteristickou vůni a chuť. Hlavními odrůdami v Tokaji jsou Furmint a Lipovina a doplňkovými jsou Muškát žlutý a Ryzlink vlašský.

Výroba tokajských vín závisí na množství napadených bobulí ušlechtilou plísní, pokud je bobulí málo, vyrobí se jen jakostní odrůdová vína. Při dobré úrodě se sbírají napadené bobule zvlášť ručně a poté se přidávají do vína vylisovaného ze zbylých nenapadených hroznů.

Tokajská esence se vyrábí z vytríděných zhrozinkovatělých bobulí, které se důkladně rozmačkají a nechají v kádi uležet. Po několika dnech vytéká hustá, sladká až medová šťáva.

Tokajský samotok se vyrábí ze zhrozinkovatělých bobulí, které se rozdrťí, přidá se k nim mošt z tokajských hroznů a nechá se několik dnů stát. Poté se vyrábí takzvaná putnová vína. Do gönského sudu o objemu 136 litrů se dá 2-6 puten bobulí a dolije vínem. Putna je dřevěná nádoba na nošení hroznů, která má objem 15 litrů.

Tokajský Forditás je nasládlé víno, kdy na matoliny samotoku se nalije tokajský mošt a nechá se prokvasit.

Tokaský mászlás se připravuje ze směsi kvasnic, z nichž byly stočeny výběry asi po jednom a půl roce, a zalije se obyčejným tokajským vínem. Po delším ležení na kvasnicích vzniká příjemné aromatické víno.

Tokajské samorodé se připravuje z hroznů, které nebyly vhodné pro tokajská výběrová vína [12, 13].

## 1.6 Technologie výroby šumivých a perlivých vín

### 1.6.1 Šumivé víno

Jedná se o víno vyrobené cestou sekundárního kvašení, a to metodou klasickou (kvašení v láhvi), tankovou nebo kontinuální. Výjimečně (u vín z aromatických odrůd) může jít i o produkt primární fermentace. Mírný přetlak přírodního oxidu uhličitého v šumivém víně (při 20°C) musí být alespoň 0,35 MPa. Vyrábí se bílé růžové i červené. Minimální obsah alkoholu u označení šumivé víno je 9,5 % obj., u označení kvalitní sekt a kvalitní sekt s. o. 10 % obj. [9, 12].

Označení šampaňské se smí používat jen pro vína z francouzské vinařské oblasti Champagne. Vyrábí se ze tří odrůd hroznů, a to Pinot noir, Pinot menieur a Chardonnay. Šampaňské typu „millésime“ se může prodávat až po pěti letech od sběru a má právo deklarovat ročník [10, 12].

### 1.6.2 Perlivé víno

Perlivá vína se vyrábějí z tuzemských vín stolních nebo jakostních. Nesmí se označovat jako šumivá nebo jako sekty, protože přetlak nevytváří druhotné kvašení, ale víno je sycené oxidem uhličitým, to vínu dodává svěžest, ale také může zakrýt jeho menší vady. Obsah celkového alkoholu musí být nejméně 9 % obj. celkového obsahu alkoholu a minimálně 7 % obj. skutečného obsahu alkoholu. Přetlak oxidu uhličitého v láhvi musí být při 20 °C v rozsahu od 0,1 do 0,25 MPa [14].

## 1.7 Technologie výroby aromatizovaných a likérových vín

Mimo klasická bílá a červená vína existuje bezpočet vín a vinných nápojů, kterým zvláštní výrobní postupy udělily určitou charakteristickou chuť.

### 1.7.1 Aromatizované víno

Aromatizované víno lze vyrábět i z hroznového moštu nebo jejich směsí s přidávkem nejvýše 15 % vody. K aromatizaci je možno používat přírodní látky nebo povolené aromatické extrakty, aromatické byliny nebo koření, popřípadě povolené přírodní ochucující látky. K doslazení je možno použít sacharózu, hroznový mošt nebo zahuštěný hroznový mošt.

Zvýšení obsahu alkoholu je možné dosáhnout přidavkem vinného destilátu. Skutečný obsah alkoholu v hotovém výrobku musí být nejméně 14,5 % obj. a nejvýše 22 % obj. a minimální celkový obsah alkoholu nejméně 17,5 % obj. U produktů, které jsou označeny jako „suché“ nebo „extra suché“, je však stanoven minimální celkový obsah alkoholu, v závislosti na uvedených případech, na 16 % nebo 15 % obj. Podíl vína použitého při přípravě aromatizovaného vína musí v konečném produktu před obohacením činit nejméně 75 %. Pojmenování aromatizované víno lze nahradit pojmenováním vinný aperitiv.

Vermut – jako vermut se smí označovat víno, jestliže pro přislazení byl použit pouze karamelizovaný cukr, sacharóza, nezahuštěný nebo zahuštěný hroznový mošt a byla aromatizace provedena aromatickými látkami získanými z pelyňku. Jeho silice obsahují thujon, azulen, fytoncidní látky, glykosidní hořčinu absinthin a působí na zvýšení vylučování žaludečních šťáv. Doporučuje se používat v malých dávkách před jídlem. Vína mohou být suchá nebo sladká, mívají 16-18 % obj. alkoholu a nízký obsah kyselin 4-6 g/l. Tradiční italský vermut je červený a sladký, zato francouzský je bílý a suchý [10, 14].

### 1.7.2 Likérové víno

Likérové víno lze vyrábět z částečně prokvašeného hroznového moštu, vína nebo směsi těchto produktů s přirozeným obsahem alkoholu 12 % obj. s použitím neutrálního alkoholu nebo vínovice, hroznového moštu, zahuštěného hroznového moštu a karamelu. Víno musí obsahovat nejméně 15 % obj. a nejvýše 22 % obj. skutečného obsahu alkoholu, celkový obsah alkoholu nejméně 17,5 % obj., celkový obsah oxidu siřičitého maximálně 150 mg/l, příp. 200 mg/l, jestliže nezkvašený cukr přesahuje 5 g/l. Mezi likérová vína patří portské, marsala, madeira, vinho generoso, ale i tokajské výběry [2].

Portské víno – jedná se o likérové víno z Portugalska, které se vyrábí z mladých vín z oblasti povodí řeky Douro (Porto). Vyrábí se od konce 17. století z dvaceti až třiceti původních modrých a bílých portugalských odrůd. Dolihovat se může víno i kvasící hroznový mošt, čímž se stává portské výraznější a ovocnější. Existuje několik druhů portského:

- Ruby – zraje jen 2–3 roky v sudě a pije se mladé,
- Tawny – zraje několik roků a jeho barva je hnědě-jantarová,
- Aged Tawny – jsou 10, 20, 30 a 40 leté produkty,
- Vintage port – jsou portské z jednoho roku a jedné úrody,



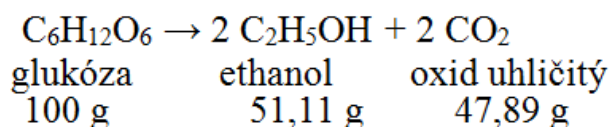
- Colheita – jako jediné portské má deklarovaný rok sběru,
- Late Bottled Vintage – je portské z jednoho roku sběru, které zraje 4-6 let,
- White port – zraje jen 1,5 roku a je málo alkoholické (17 % obj.) i méně sladké [12].

## 2 ALKOHOLOVÁ FERMENTACE

### 2.1 Biochemické procesy v průběhu alkoholové fermentace

Při výrobě vína probíhají nejrůznější biochemické reakce, kterými mikroorganismy, kvasinky a bakterie, přeměňují různé chemické složky moštu a vína. Základním a nejdůležitějším biochemickým procesem, který se podílí na tvorbě vína, je alkoholová fermentace. Při tomto ději vzniká alkohol a oxid uhličitý na základě přeměny cukrů. Během tohoto procesu nepřeměňují kvasinky jen cukr na alkohol a jiné vedlejší produkty, ale uvolňuje se i aroma a vytvářejí nové sloučeniny – vzniká kvasný buket [3].

Reakci si můžeme přiblížit Gay-Lussacovou klasickou rovnicí alkoholového kvašení, která vystihuje jen teoretické kvantitativní vztahy mezi cukrem a hlavními zplodinami alkoholové fermentace [15].



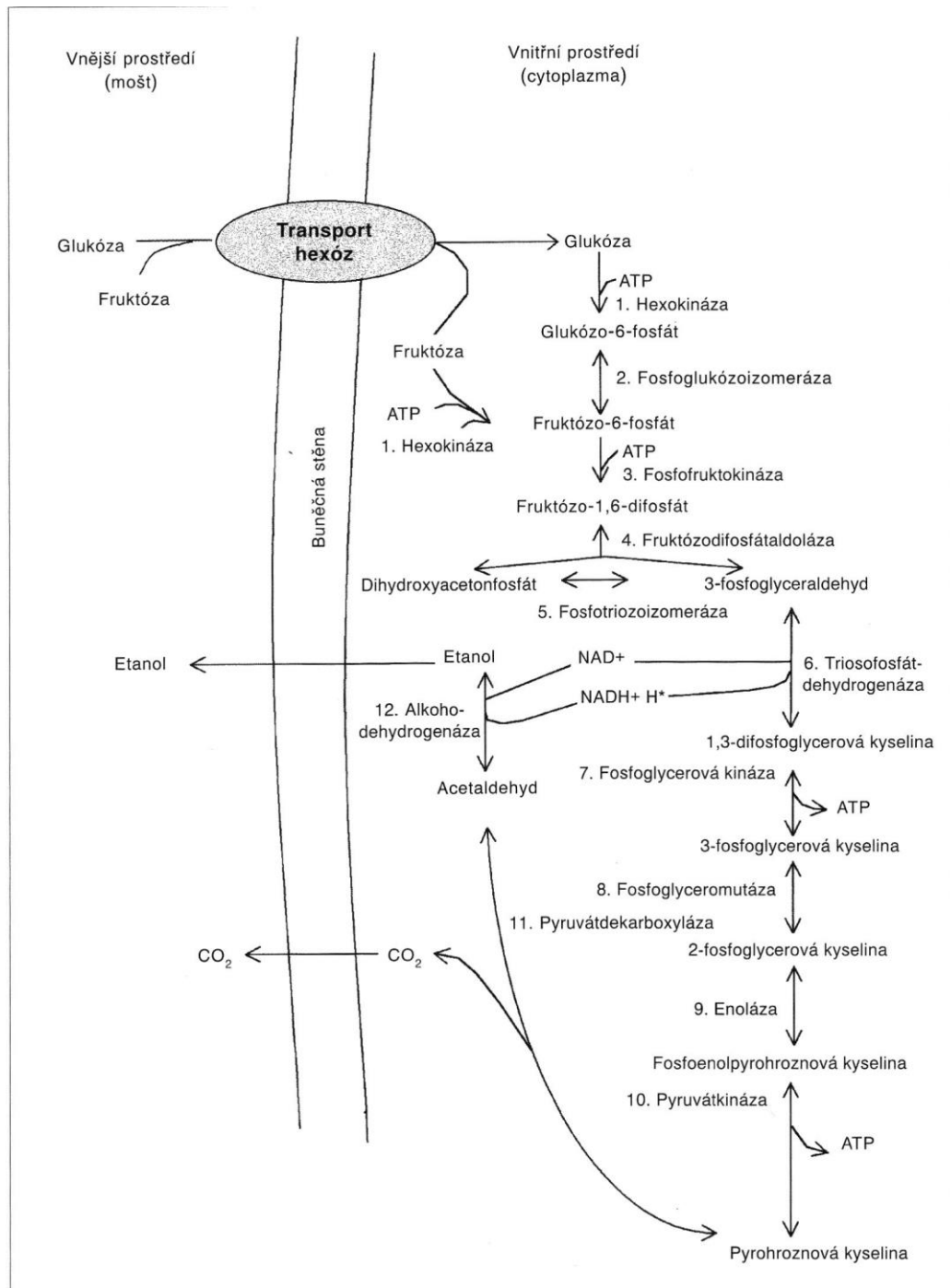
Obr. 2 Jednoduchá rovnice kvašení [13].

Ve skutečnosti ale ze 100 g cukru nevznikne 51,1 g alkoholu, nýbrž 47 až 48 g. Důvodem je, že tato rovnice nevysvětluje složitost enzymatických procesů při štěpení molekuly cukru, při kterém kromě hlavních produktů vzniká také hodně vedlejších produktů [3].

Přeměnou cukru na alkohol se blíže zabýval Pasteur, který v šedesátých letech 19. století dokázal, že při alkoholovém kvašení vznikají kromě etanolu a oxidu uhličitého ještě vedlejší produkty a to glycerol a kyselina jantarová. Také dokázal, že část cukru se spotřebuje pro růst kvasinek. Začátkem 20. století se podařilo objasnit průběh procesů během alkoholové fermentace. Dokázalo se, že při kvašení probíhají složité enzymatické procesy, při kterých se tvoří mnoho vedlejších produktů. Průběh reakcí je následující:

- 1) fosforylace cukru,
- 2) štěpení fosforylovaného cukru na triosy (glyceraldehyd-3-P a dihydroxyacetonfosfát),
- 3) oxidoredukce trios,
- 4) defosforylace trios (vznik pyruvátu),

- 5) dekarboxylace pyruvátu (vznik acetaldehydu a CO<sub>2</sub>),
- 6) redukce acetaldehydu (vznik CO<sub>2</sub>) [15, 16].



Obr. 3 Průběh chemické reakce v buňce [9].

## 2.2 Kvasinky

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy, které jsou tvarově rozmanité. Mohou být okrouhlé, oválné, elipsovité, protáhlé, citronovité apod. Jejich velikost se pohybuje mezi 5 až 14  $\mu\text{m}$  [16].

Kvasinky a kvasinkové mikroorganismy jsou v přírodě rozšířeny ve velkém množství. Nenacházíme je pouze na zralém ovoci, na různých plodech, sladkých šťávách a v půdě, ale lze je nalézt v mnoha dalších substrátech. Není třeba zdůrazňovat, že v největším množství se nacházejí tam, kde mají pro svůj život nejvýhodnější podmínky. Takováto stanoviště jsou v první řadě ve vinicích. Zde je možné najít kvasinky nejen na hroznech, ale nacházíme je i na ostatních částech révového keře (staré dřevo, réví, letorosty, listy, květenství) a hlavně v půdě, i když ne všechny kvasinky, nalezené ve vinicích, se zúčastňují kvašení moštů.

Nejvíce kvasinek v půdě je v době, kdy hrozny zrají a těsně po sklizni, tj. od druhé poloviny srpna do listopadu [17].

Nejvíce kvasinek se nachází na povrchu bobulí hroznů zrajících blízko povrchu. Kvasinky se rozmnožují v místech s přístupem ke šťávě (jemné prasklinky, rány, mezi stopkou a bobulí). Na jedné bobuli se nachází asi 8 milionů buněk, na prasklé téměř 40krát více než na nepoškozené. K nejrychlejšímu množení kvasinek dochází na místech, kde se zpracovávají hrozny, tedy v lisovně a na nástrojích používaných při zpracování hroznů (kádě, přepravky, lis, hadice apod.). Tady se množí velmi rychle nejen kvasinky prospěšné, ale také nežádoucí, a zároveň i mnoho druhů bakterií. Proto je nutné dodržovat čistotu a hygienu [2, 9].

### 2.2.1 Druhy kvasinek

V závislosti na průběhu klimatických podmínek je složení kvasinek rozdílné a z vinice přichází jen asi 1 až 3 % žádoucích kvasinek. Převážně se jedná o 16 druhů různých kvasinek, z nich ale může jen 5 kmenů zcela prokvasit mošt. Druh *Saccharomyces cerevisiae*, „pravá“ vinná kvasinka, byl v četných výzkumech nalézán ve zřetelné menšině. Naproti tomu jsou zastoupeny apikulátní kvasinky, které však ve zvýšené míře tvoří kyselinu octovou a její estery.

Podle kvasného výkonu a vzhledu se kvasinky rozdělují na:

**Velmi dobře kvasící** – tvoří hodně alkoholu a hodně pozitivních vedlejších produktů. Označují se též ušlechtilé kvasinky. Jedná se o druh *Saccharomyces cerevisiae*.

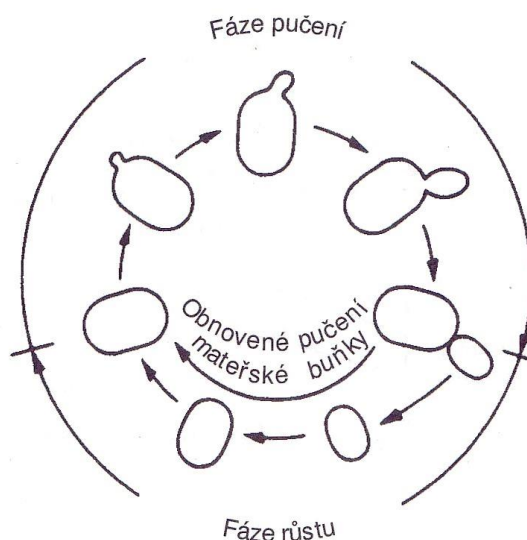
**Slabě kvasící** – nacházejí se v moštu od přírody, označují se divoké kvasinky. Na počátku mají 1000x vyšší zastoupení než *Saccharomyces cerevisiae* a zahajují kvašení. Hlavními zástupci jsou *Kloeckera apiculata*, *Candida*. Mají ale malou snášenlivost k alkoholu. Od 3 až 4 % obj. alkoholu jejich činnost ustává a kvašení přebírají druhy *Saccharomyces*. Některé vedlejší produkty divokých kvasinek jako je glycerol, jsou pozitivní, ovšem někteří zástupci těchto kvasinek vytvářejí 2 g/l kyseliny octové, což je asi 10x více než *Saccharomyces cerevisiae*.

**Křísotvorné kvasinky** – vyžadují přístup kyslíku a vínu škodí, množí se často na hladině vín s nízkým obsahem alkoholu (pod 11 % obj.) [9].

### 2.2.2 Množení kvasinek

Děj je závislý na genetické výbavě a vnějších podmínkách prostředí. V příznivých podmínkách (dostatek živin, optimální teplota a koncentrace kyslíku) se kvasinky rozmnožují nepohlavně (vegetativně), a to nejčastěji pučením nebo přehrádečným dělením. Generační doba kvasinky je přibližně 120 minut. Způsob pučení je podmíněný geneticky a pomáhá identifikovat kvasinky na úrovni rodu. V nepříznivých podmínkách se kvasinky mohou rozmnožovat pohlavně [12].

V podmínkách přípravy vína se kvasinky množí pučením. Tento proces se může opakovat asi 35x, ale na povrchu kvasinek zůstává jizva, na které dochází ke snížení intenzity látkové výměny, tím se snižuje jejich kvasný výkon [9].



Obr. 4 Životní cyklus buněk *Saccharomyces cerevisiae* [9]

### 2.2.3 Výživa kvasinek

Během fermentace zabezpečují výživu kvasinek substance přítomné v hroznovém moštu. Ve většině případů toto médium poskytuje dostatek živin pro růst kvasinek a fermentaci. Chemické složení moštu závisí na odrůdě hroznů, složení půdy, hnojení, ošetřování, klimatických podmínkách v ročníku a na technologii zpracování, jako je doba sběru, technika lisování, odkalení víření a použití plynů ( $N_2$ ,  $CO_2$ ) [18].

Vinné kvasinky kromě glukózy a fruktózy, které jsou hlavním zdrojem uhlíku a energie, vyžadují nevyhnutelně:

- asimilovatelný dusík ve formě amoniaku nebo aminokyselin,
- fosforečnany,
- vitamíny nebo růstové faktory,
- minerální látky,
- faktory přežívání (steroly a MK s delším uhlíkovým řetězcem).

Potřeba dusíkatých látek se u kvasinek zvyšuje s rostoucí koncentrací sacharidů v moštu. Pro druh *Saccharomyces cerevisiae* toto zvýšení představuje 460-470 mg/l přímo asimilovatelného dusíku. Nedostatek dusíku se může upravit před začátkem kvašení přidávkem amonných solí. Jejich přidavek do moštu zkrátí průběh fermentace a sníží tvorbu sirovodí-

ku. Při nedostatečném množství asimilovatelného dusíku v moštu se stimuluje proteolytická aktivita kvasinek a narůstá produkce  $H_2S$ .

Dusík v dostupné formě pro vinné kvasinky je tedy důležitý hlavně pro zdravý a růst a funkci kvasinkových kultur. Kvasinky však svým metabolismem využívají dusíkaté látky i k syntéze minoritních produktů, které jsou významnými složkami sekundárního aroma vína. K těmto produktům patří vyšší alkoholy, estery a sirné sloučeniny.

Vyšší alkoholy jsou vedlejšími produkty metabolismu kvasinek a jsou podstatnou složkou aroma vín a destilátů. Nadměrné koncentrace vyšších alkoholů vedou k silné zvířecí vůni a chuti, zatímco optimální koncentrace (do 300 mg/l) dodává vínu ovocitý charakter. Celková koncentrace vyšších alkoholů ve víně je přibližně 100-500 mg/l, v červených vínech 140-420 mg/l a bílých 160-270 mg/l [12, 18].

Pro správnou funkci enzymových systémů a celkovou aktivitu kvasinek jsou důležité vitamíny. Velká většina vitamínů (inozitol, biotin, kyselina listová, kyselina pantotenová) jsou v moštu přítomné v dostatečné koncentraci. Kritickým růstovým faktorem je thiamin (vitamin  $B_1$ ). Thiamin je v biologických systémech aktivní složkou koenzymů, které se zúčastňují látkové přeměny sacharidů a  $\alpha$ -ketokyselin. Jeho nedostatek v kvasícím moštu se projevuje velkou a neúplnou fermentací až zastavením celého procesu. Paradoxem je, že *Saccharomyces cerevisiae*, která je zodpovědná za alkoholové kvašení, si je schopna thiamin syntetizovat sama, ale i tak se při jeho nedostatku v moštu fermentace zpomaluje. Nedostatek thiaminu v médiu nejčastěji způsobují nesacharomycetní kvasinky (*Kloeckera apiculata*, *Candida, stella a Metschiowia pulcherima*), které startují proces spontánní fermentace moštu. Tyto druhy jsou mnohem závislejší na přítomnosti vitamínů než *S. cerevisiae* a již během několika hodin od počátku fermentace spotřebují majoritní část thiaminu v moště. Nedostatek vitamínu  $B_1$  je typický i pro hrozny napadené vláknitou houbou *Botrytis cinerea*. Přídavkem vitamínů do média se podpoří růst a navýšení biomasy kvasinek. Použitím vitamínového preparátu se zároveň sníží potřebné dávky oxidu siřičitého, protože optimálně živěné kvasinky vážou podstatně méně  $SO_2$  než kvasinky s deficitem  $B_1$ . Vitamin  $B_1$  je možné do moštu přidat ve formě thiaminhydrochloridu, nejvíce však v dávce 0,6 mg/l [12, 18].

Významný vliv na fyziologii a vlastnosti kvasinek během procesu kvašení mají také minerální látky. Mezi nejvýznamnější minerální látky patří:

- Mg (hořčík) – je velmi významný pro růst a metabolismus kvasinek. Podílí se na udržování životaschopnosti kvasinek za stresových podmínek. Ovlivňuje tvorbu alkoholu během kvašení,
- Ca (vápník) – je základní pro výživu kvasinek. Ve vysokých koncentracích však může výrazně omezit kvašení,
- K (draslík) – je významným „faktorem přežití“ pro růst kvasinek a kvašení [19].

#### 2.2.4 Fáze kvašení

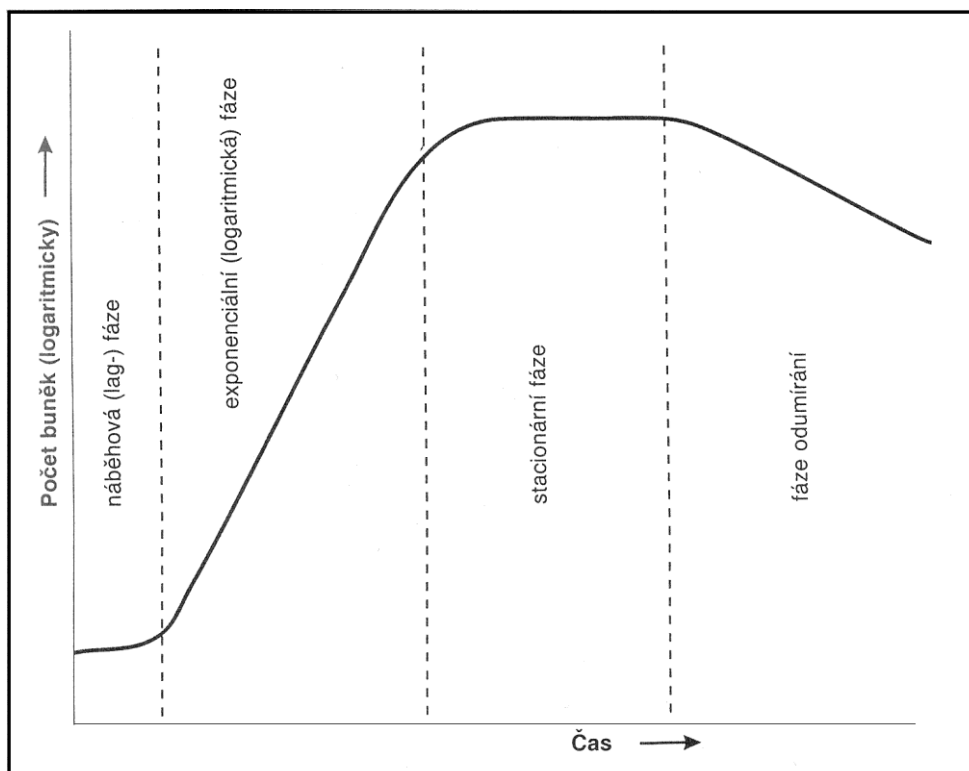
Život kvasinek lze rozdělit do 4 stádií:

lag-fáze – v této etapě nastává přizpůsobení se podmínkám okolního prostředí,

exponenciální fáze – zde probíhá množení a začíná kvasný proces,

stacionární fáze – konstantní maximální výkonnost kvašení,

fáze odumírání – rychlost kvašení klesá [20].



Obr. 5 Stádia kvasinek během alkoholové fermentace [20]



## 2.3 Faktory ovlivňující kvašení

Alkoholové kvašení (AK) hroznových moštů ovlivňuje poměrně velký počet faktorů, které je třeba při kvašení, a tím i při výrobě vína, zohledňovat. Jedná se o:

- teplotu,
- koncentraci cukru v moštu,
- oxid uhličitý,
- stupeň odkalení- čírost moštu,
- obsah asimilovatelného dusíku,
- obsah oxidu siřičitého,
- obsah alkoholu- ethanolu,
- přítomnost kyslíku,
- obsah těkavých kyselin [3].

### 2.3.1 Teplota

Je naprosto nejdůležitějším faktorem, ovlivňujícím kvašení, většinu problémů s kvašením ve skutečnosti způsobuje nevhodná teplota.

Optimální teplota pro množení buněk je kolem 25 °C. Větší odchylky od této hodnoty brzdí látkovou výměnu kvasinek. Aby se předešlo stresu kvasinek rychlou změnou teploty, měla by se teplota měnit rychlostí 4 °C na hodinu.

Velmi důležitým faktorem pro teplotu je objem nádoby. Čím má kvasná nádoba větší objem, tím intenzivněji se během kvašení ohřívá mošt, a tím nižší může být zvolená výchozí teplota.

Při velmi vysokých teplotách kvašení 35-37 °C může dojít k jeho úplnému přerušení, které se označuje jako uvaření. Pojem studená fermentace se vztahuje k teplotnímu rozsahu 12-15 °C. K tomu je však zapotřebí aplikace speciálních kvasinek pro studenou fermentaci. V závislosti na teplotě produkují kvasinky různé vedlejší produkty [9].

### 2.3.2 Cukernatost moštu

Mošty o nízké cukernatosti kvasí bez problémů, vína pod 11 % obj. celkového alkoholu mají potíže s kvašením jen výjimečně. Vysoké obsahy cukrů prokvášejí v důsledku vysokého osmotického tlaku špatně [9].

### 2.3.3 Obsah alkoholu

Silně kvasící kvasinky rodu *Saccharomyces cerevisiae* jsou značně tolerantní vůči alkoholu. Mohou se rozmnožovat ještě při 12-13 % obj. alkoholu. Při vysokém obsahu alkoholu provádějí závěrečné dokvášení nejčastěji *Saccharomyces bayanus*, které mají ještě vyšší rezistenci vůči alkoholu než *Saccharomyces cerevisiae*. Brzdící účinek etanolu se využívá při výrobě sladkých vín (portské, sherry) [20].

### 2.3.4 Kyselina siřičitá

Použitím oxidu siřičitého se brzdí rozmnožování kvasinek, ovšem teprve v množství od 50 mg/l. Především se tak potlačí divoké kvasinky a množství bakterií, ale kvasinky rodu *Saccharomyces* poškozují málo. Tím je ovlivněn počátek kvašení, nikoliv jeho průběh. Z dodaného celkového množství zůstane na konci kvašení jen 15-20 %, protože zbytek je odstraněn s matolinami a kvasničnými kaly [20].

### 2.3.5 Obsah kalů

Kalové částice podporují uvolňování CO<sub>2</sub>, to vede k výraznému promísení a k další stimulaci prudkého kvašení. Má-li být kvašení klidné a řízené, měly by být kaly z moštu odstraněny [9].

### 2.3.6 Kyslík

Přídavek kyslíku druhý den po naočkování kvasinkami má pozitivní účinek. Techniky cíleného provzdušňování jako makrooxidace a mikrooxidace nejsou uplatňovány ve výrobě červených vín pouze k podpoře kvašení, ale především pro stabilizaci barvy [20].

## 2.4 Alkoholová fermentace

Alkoholová fermentace se rozděluje z hlediska technologického na tři části. První část je rozmnožování kvasinek a začátek kvašení. Druhá část, bouřlivé kvašení, je charakteristická nárůstem oxidu uhličitého a energie, díky které se mošt často zahřívá na 2-28 °C. Bouřlivé kvašení trvá 7 až 14 dní. Třetí část kvašení je tzv. dokvášení, které může trvat i několik měsíců. V tomto období kvasinky zůstávají v činnosti, tím se kvasný proces zpomalí a pomalu ustává i tvorba oxidu uhličitého. Kvasinky spolu s ostatním kalem sedimentuje na dno, čímž se víno vyčistí [4].

Při výrobě vína se užívá dvou hlavních metod prokvašení moštů nebo rmutů, spontánní kvašení neboli samovolný rozvoj přirozené mikroflóry nebo řízené kvašení.

#### 2.4.1 Spontánní kvašení

Samovolné kvašení je alkoholová fermentace vedená pomocí přirozené mikroflóry. Víno je tak výsledkem kombinovaného působení divokých i ušlechtilých kvasinek a bakterií. Apikulátní a divoké kvasinky mají rozmanitou enzymovou aktivitu a výrazně ovlivňují senzorický profil vína. Divoké rody kvasinek mají proti ušlechtilému druhu *Saccharomyces cerevisiae* vysokou rychlost růstu a velmi rychle dokáží vyčerpat zásobu růstových faktorů v moštu. Divoké kvasinky nejsou tolerantní k alkoholu, po dosažení hladiny nastupují ke kvašení ušlechtilé kvasinky. Spontánní kvašení je pomalé, protože není zasahováno do rozmnožování a vývoje kvasinek [12].

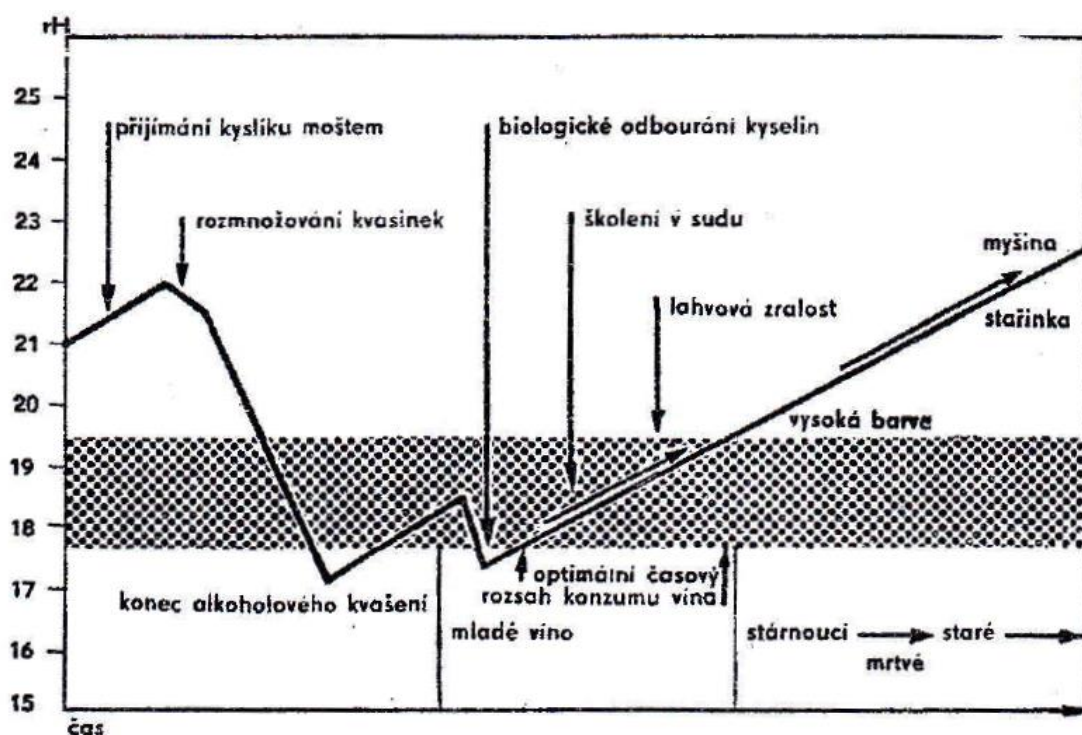
#### 2.4.2 Řízené kvašení

Kvasný proces hroznového moštu je možné regulovat biologicky, fyzikálně, chemicky a bioinženýrsky. K biologickým činitelům regulace patří čisté a směsné kultury kvasinek (kapalný inokulát nebo aktivní suché vinné kvasinky), k fyzikálním činitelům teplota, osmotický tlak a vnitřní povrch kvasícího moštu. Mezi chemické činitele fermentace moštu patří kyslík, oxid uhličitý, aktivátory a inhibitory kvašení. Bioinženýrsky je možné kvašení usměrňovat tvarem fermentačních nádob či vratnou separací biomasy a kontinualizací procesu fermentace [12].

#### 2.4.3 Dokvášení vín

Po skončení alkoholového kvašení a biologického odbourávání kyselin začíná další významná etapa vývoje vín, vytváření čili formování vína. V tuto dobu se rozhoduje o kvalitě vína. Dobíhají intenzivní biologické změny kvašení, jsou velmi intenzivní změny fyzikálně chemické. Zvyšuje se rH vína, poněvadž končí redukční činnost kvasinek a tvorba oxidu uhličitého, který se tvoří již jen v malém množství, nestačí chránit před vniknutím vzduchu zvenčí. Je proto nutné víno dolévat až k zátkovnici a po dolití uzavřít, prozatím ne pevně zátkou. Zanedbání této práce má za následek oxidační pochody ve víně a podstatné snížení kvality. Čím více se zachovávají redukční vlastnosti vína, tím je jeho celkový charakter a senzorické vlastnosti kvalitnější. Další ošetření vína velmi závisí na požadavcích na ko-

nečný produkt. Pokud požadujeme víno s nižším obsahem cukrů, víno polosuché, je nutné již kvasný proces ukončit. Snadnější z hlediska technologického je ponechat víno dokvasit do sucha. Dalším důležitým ukazatelem jsou kyseliny, jejich hladina je závislá na průběhu vinařského roku a na intenzitě biologického odbourávání v závěru kvasného procesu. Je tedy nutné látkovou analýzou sledovat pokles obsahu kyselin a cukrů [21].



Obr. 6 průběh hodnot rH potenciálu při kvašení a zrání vína

## 2.5 Malolaktická fermentace neboli jablečno-mléčná fermentace

Hrozny obsahují celou řadu organických kyselin, nejvíce však kyselinu jablečnou a vinnou. Ve špatných letech je kyseliny jablečné v bobulích hroznů více, jelikož se neprodýchává, respektive netransformuje na cukry. Obsah kyseliny vinné je poměrně stálý. V severních vinohradnických oblastech, kam patří i naše vinohradnictví, je vyšší obsah kyseliny jablečné. V těchto oblastech má odbourávání kyseliny L-jablečné význam. Zharmonizují se titrovatelné kyseliny na sensoricky přijatelnou míru. Tento biochemický proces se uskutečňuje v návaznosti na alkoholovou fermentaci a paralelní vysrážení kyseliny vinné ve formě hydrogenvinanu draselného (vinný kámen), který se vysráží se stoupajícím alkoholem a snižující se teplotou po dokvašení vína.

Velmi významná je jablečno-mléčná fermentace v našich podmínkách zvláště pro červená vína. U bílých vín se mohou vytvořit tóny, které mohou zastírat odrůdový charakter. V jižních zemích je pro nedostatek kyselin tato reakce nevhodná. Na odkyselení se zde často používá kyselina fumarová, která mírně brzdí spontánní bakteriální pochod.

Jablečno-mléčná fermentace (MLF) je uskutečňována mléčnými bakteriemi. Dnes se nejčastěji používají vyselektované kultury lyofilizovaných bakterií *Oenococcus oeni* nebo kmen *Lactobacillus plantarum*. Mléčné bakterie jsou fakultativně anaerobní, gram pozitivní tyčinky nebo koky. Jsou velmi náročné na růstové látky, které působí jako kofaktory jablečného enzymu. MLF je přeměna tvrdé nativní dvojsytné kyseliny L-jablečné na měkkou jednosytnou kyselinu L-mléčnou a CO<sub>2</sub>.

Vína po MLF získávají plnost (kulatost), sníží se obsah tvrdé kyseliny jablečné ve prospěch měkké kyseliny mléčné.

Velký význam pro MLF má alkoholová fermentace. Mošt je velmi bohatý na laktobakterie, zkvašováním kvasinkami se přemění na nevhodné prostředí pro bakterie, jako jsou obsah alkoholu, který je pro ně toxický, vyčerpání živin nutných k fermentaci, SO<sub>2</sub>, nízká hodnota pH. Jen některé kmeny kvasinek AK jsou schopny růst v takovémto prostředí, jako je víno [22].

### 3 ENZYMATICKÉ PROCESY

Během fenofází růstu bobulí a jejich zrání, právě tak jako v révovém moštu a ve víně, probíhá neustále řada reakcí, které jsou většinou katalyzovány enzymy. V hroznech a v moštech jde převážně o oxidoreduktázy a hydrolázy. Ve vínech jsou ještě navíc enzymy uvolněné do prostředí kvasinkami během fermentace [23].

V případě zpracování nevyzrálých nebo nahnilých hroznů hraje enzymatická oxidace velmi negativní roli. Zahajují ji dva komplexy enzymů, které v tomto případě hrozny obsahují ve velkém množství. Tyrosináza obsažená zvláště v nevyzrálých hroznech a lakáza, kterou produkuje *Botrytis cinerea*, způsobují přes mezikroky značné poškození barviv [24].

Z toho vyplývá, že biokatalyzátory v moštu a víně působí kladně i záporně. Vhodnými technologickými zásahy je možné činnost enzymů zvýšit nebo snížit. Například dodáním enzymů do rmutu či vína.

Image enzymů se v posledních letech změnilo. Dříve byly používány jen pektolytické enzymy se záměrem zvýšit vylisnost při lisování, změnila se však nabídka, stejně jako cíl. Povoleno je dnes několik přípravků: pektolytické enzymy na uvolnění látek z drti a na zlepšení čiření moštu a filtraci, glukonázy na zlepšení filtrovatelnosti moštů a vín zasažených botritidou, glukosidázy sloužící k uvolnění aroma a pektolytické enzymy s výraznou vedlejší betaglukosidázovou aktivitou, které také slouží k uvolňování aroma [7].

#### 3.1 Pektolytické enzymy

Přidáním pektolytických enzymů do rmutu ke zvýšení vylisnosti se používá zejména v suchých letech, kdy může být obsah pektinů v hroznech velmi vysoký, a takový rmut by se pak lisoval problematicky a probíhalo by i špatné odkalování moštu. Pokud jsou enzymy dodány ihned do rmutu, je účelné je přidat ještě do moštu. Přednosti použití enzymů je ve zkrácení doby naležení rmutu, rychlejší a lepší průběh lisování, vyšší vylisnost, lepší odkalení, klidnější průběh kvašení, lepší filtrovatelnost[9].

Pektolytické enzymy se používají také pro lepší barvu červených vín, která je obsažena v buňkách slupek. Aby se obsah buněk uvolnil, musí být polysacharidy nacházející se v pektocelulózové buněčné stěně a středním plášti bobule hydrolyzovány. Lze toho dosáhnout například chemicko-fyzikálními metodami, zahřátím nebo nakvašením. Komerční enzymatické přípravky pro červená vína, ke zvýšení extrakce, tyto metody posilují a pod-

porují. Činností pektolytických enzymů dojde k oslabení buněčné stěny a usnadnění difúze obsahu vakuoly [25].

Použití čířících enzymů v právě vylisovaném moštu usnadňuje jeho odkalování. Je nutné si uvědomit, že při současném používání moštového bentonitu se musí s jeho aplikací počkat dvě až tři hodiny, protože jinak enzym okamžitě ztrácí aktivitu [7].

### 3.2 Glukanázy

Tyto enzymy odbourávají dlouhé řetězce molekul, vzniklé šedou nebo ušlechtilou plísní, které mohou vést k problémům se samočištěním a filtrací. Struktura vláken způsobuje, že vlákna mohou při filtraci snadno vniknout do filtračních desek nebo do pórů membránových filtrů a zablokovat filtrační médium. Nedoporučuje se použití glukanázy hned při odkalování, protože doba působení je většinou příliš krátká. Brzké použití takového enzymu před filtrací může mít výhody, zvláště snížení nutného tlaku čerpadla, a tím bude průběh filtrace co nejšetrnější.

Relativně mladou metodou je použití kombinace enzymů pektolytických a glukanázy, která vedle ulehčení filtrace současně rozrušuje buňky kvasinek v kvasnicích a uvolňuje látky pro biologické odbourání kyselin (BOK). U vín s ovocností a spíše lehkých je výsledek ne vždy pozitivní, protože charakter vína je vnímán jako příliš kořenitý [7].

### 3.3 Glukosidázy

Použití aromatických enzymů betaglukosidáz – vedlejší aktivity pektináz jsou pozitivní i negativní. Vždy záleží na odrůdě. Vína jako Tramín kořeněný a také Ryzlink rýnský uvolňují velmi rychle odrůdové aroma. Je-li docílena žádaná intenzita aroma, může se působení enzymů zastavit ošetřením bentonitem. Při použití aromatických enzymů je důležité mít zdravé a zralé hrozny, protože jen tehdy lze očekávat čisté aromatické tóny. Naležení drti efekt zvyšuje. Aplikace enzymů již do drti nebo do moštu se však nedoporučuje, kvůli vysokému obsahu cukrů, který může brzdit účinnost enzymů. Nejvýhodnější je konec kvašení, kdy se ještě využije teplota moštu [7].

### 3.4 Lysozym proti odbourání kyseliny

Relativně nový enzym, který je povoleno aplikovat, může zastavit eventuálně přerušit BOK nebo zabránit nechtěnému BOK. Enzym působí selektivně, rozpouští buněčné stěny gram-pozitivních bakterií. Zastavit jeho činnost lze opět bentonitem. Dlouhodobé zabránění je pomocí toho poměrně drahého enzymu neúspěšné, takže nenahrazuje SO<sub>2</sub> [7].

### 3.5 Lakáza

Lakáza je typ polyfenoloxidázy obsahující měď, která oxiduje polyfenoly, metody-substituované fenoly, diaminy a řadu dalších sloučenin a neoxiduje tyrosin.

Protože stále ještě nelze použít lakázu jako potravinářskou přísadu, používá se tento enzym při výrobě vína v imobilizované formě. Tím se zajišťuje jeho eliminace z hroznové šťávy i možnost jeho opětovného využití.

Lakáza z *Pyricularia oryzae* a *Botrytis cinerea* byla imobilizována fyzikálními a chemickými metodami na organický a anorganický nosič a testovalo se odstranění fenolových látek v modelovém roztoku, moštu a víně. Imobilizovaná lakáza z *Trametes versicolor* byla stabilní a šlo ji využít minimálně 8krát s minimální následnou ztrátou aktivity, a to až po dobu 6 měsíců, pokud se uchovávala za regulovaných podmínek.

Existuje práce, podle které ošetření červeného moštu lakázou z *Trametes versicolor* ovlivňuje především fenolové sloučeniny odpovědné za antioxidační vlastnosti moštu. Ošetření bílého moštu stejnou lakázou však vedlo k vyšší redukci celkových fenolů než celkového antioxidačního potenciálu, takže ošetření bílého moštu je zcela proveditelné [26].



## 4 VYUŽITÍ PROCESŮ V SOUDOBÉ VINAŘSKÉ TECHNOLOGII

### 4.1 Výroba vín reduktivní metodou

Ve spojitosti s příchodem alternativních uzávěrů na víno, především těch šroubovacích, se začalo mluvit o tzv. reduktivním pojetí výroby vína. Tento způsob výroby je typický pro vína z Austrálie a Nového Zélandu. Tato vína se dají charakterizovat jako vysoce pitelná, svěží a energická s důrazem na primární aromatické látky a technologicky nepřichází do kontaktu s dřevem, neuplatňuje se jablečno-mléčná fermentace ani delší kontakt s kvasničným kalem.

Abychom porozuměli reduktivnímu způsobu výroby, musíme si objasnit, co je proces redukce ve víně a s ním spojená oxidace, která je jejím protějškem. Oxidace vína je proces, kdy dochází k většímu či menšímu kontaktu s kyslíkem, kdežto u redukce je tomu naopak. Redukční prostředí se tedy tvoří bez přístupu vzduchu.

Technika reduktivní vinifikace vznikla v hlavě lektora Briana Crosera z Charles Sturt University v Austrálii již koncem sedmdesátých let 19. století. Ten začal propagovat uzavírání vinných lahví šroubovacími uzávěry k co nejdelšímu udržení primárního aroma dané odrůdy. V Evropě se začala hojně využívat především ve Francii a Itálii a je vhodná mj. také na odrůdy typu Müller Turgau, Veltlínské zelené, Muškát aj. Primární aromatika těchto odrůd je velice křehká a nejvíce ji poškozuje zejména nadměrné množství vzdušného kyslíku. Oxidace u bílých vín způsobuje hnědnutí vín, ztrácí se svěžest a ovocitost, tvoří se oxidační aroma aldehydů. Oxidaci se dá zabránit následujícími způsoby:

- **Vyvarování se kontaktu vína se vzdušným kyslíkem a vnějšími oxidanty**

Hrozny se zpracovávají v atmosféře tvořené inertními plyny. Při tomto způsobu výroby se brání kontaktu kyslíku s hrozny, moštem i vínem. Z inertních plynů jsou k tomuto účelu nejvhodnější oxid uhličitý, dusík nebo argon a použití toho kterého plynu se odvíjí na základě jeho fyzikálních vlastností. K jejich aplikaci se používají různé typy difuzérů. CO<sub>2</sub> se používá také v pevném skupenství jako suchý led, který se dá v této oblasti mnohostranně využít. Akceptovatelné množství kyslíku ve vrstvě těsně nad hladinou moštu nebo vína je do 1 % jako prevence před oxidací, respektive tvorbou aerobní mikroflóry. Různé materiály, které se používají, uvolňují do vína látky, které se chovají jako silné oxidanty a mohou být zdrojem oxidace.

Jedná se především o rezidua chlóru, ozónu a peroxidu vodíku, proto je třeba vyvarovat se jejich používání a styku s vínem.

- **Odstraněním kyslíku z vína**

Jestliže dojde k rozpuštění kyslíku ve víně, může být vytlačen za pomoci difuze inertního plynu. Rozpuštěný kyslík během probublávání inertním plynem vstupuje do bublinek a je vynášen z vína ven.

- **Odstraněním oxidativních enzymů**

Polyfenoloxidázy se dají efektivně eliminovat přidávkem oxidu siřičitého a působení lakázy, jakožto produktu *Botrytis cinerea*, předejdeme zpracováním zdravých hroznů. Oba tyto enzymy jsou silnými oxidačními katalyzátory.

- **Přídavkem antioxidantů**

Přirozená koncentrace antioxidantů v moštu se při kontaktu s kyslíkem zmenšuje, proto je třeba toto množství korigovat na požadované množství. Využívá se oxid siřičitý v kombinaci s kyselinou askorbovou. Kyselina askorbová se po sensorické stránce ve víně neprojevuje, a proto nahrazuje používání vysokých koncentrací SO<sub>2</sub>. Použití samotné kyseliny askorbové se nedoporučuje, protože při reakci s kyslíkem je jedním z produktů peroxidu vodíku, který je silným oxidantem. Proto se využívá kombinace s oxidem siřičitým, který s peroxidem reaguje a eliminuje ho.

- **Teplotou**

S klesající teplotou roste kapacita rozpuštěného kyslíku v roztoku a snižuje se míra oxidace, ale jeho reaktivnost a míra oxidace bude mnohem nižší než při teplotách vyšších. Pokud tedy budeme vyrábět víno reduktivní cestou, je třeba uchovávat mošt a víno při nízkých teplotách.

- **Měření a kontrolou**

Základním měřením je zjištění redoxního potenciálu, který udává míru oxidace či redukce. Dále je třeba kontrolovat množství rozpuštěného kyslíku a koncentrace antioxidantů [27].

Při výrobě vína reduktivní metodou se hrozny z vinice okamžitě zpracovávají, lisují a nepoužívají se žádné enzymy. Enzym je dvousečná zbraň, mladé víno dokáže podpořit, ale

při stárnutí víno rychleji ztrácí na kvalitě. Vylisovaný mošt putuje přímo do nerezových cisteren, při extrémní cukernatosti se musí co nejrychleji zchladit na 10-12° kvůli bezproblémovému odkalení. Mošt se nechává až 48 hodin bez použití čiridel přirozeně sedimentovat a poté se odkaluje. Čistý mošt se oddělí od kalů. Doba kvašení je sedm až deset dní, při vyšší cukernatosti až dva týdny. Okamžitě po prokvašení následuje první stáčení, po částečné dolívce necháme surovinu asi týden takzvaně vydýchat, následuje druhé stáčení, tentokrát už s přisířením a kompletní dolívkou. Asi za měsíc následuje čiření a filtrace. Díky dvoukomorovému filtru lze ušetřit jedna operace [28].

## 4.2 Karbonická macerace

Karbonická macerace, jiným názvem kvašení pod CO<sub>2</sub>, popřípadě kvašení celých hroznů, je postup, při kterém probíhají spontánní procesy uvnitř neporušené, celé bobule. V mnoha vinařských zemích vedle kvašení rmutu nebo drcených hroznů se používá karbonická macerace jako třetí postup výroby červeného vína. Při karbonické maceraci probíhají dvě fáze. První fáze je anaerobní kvašení (intracelulární vnitrobuněčné kvašení) probíhá v nepoškozených bobulích. Druhá fáze obsahuje alkoholové kvašení a částečně dobíhající biologické odbourávání kyselin. Po dobu anaerobního kvašení bude v bobulích enzymový systém měnit část cukru na alkohol (asi 2 % obj.), jablečná kyselina a bílkoviny se zčásti odbourají a vytvoří se charakteristické aromatické látky.

### První fáze karbonické macerace (anaerobní metabolismus)

Pro výrobu typických vín vyrobených karbonickou macerací je žádoucí, aby byly hrozny celé, neporušené a nenahnilé. Musíme se vyvarovat jakéhokoliv poškození bobule. K dosažení anaerobní atmosféry je nutné materiál dopravit šetrně do nádoby s oxidem uhličitým. Očkování zákvasem není nutné, protože kvasinky, které se volně vyskytují na hroznech, se obzvlášť dobře přizpůsobí anaerobním podmínkám (absence kyslíku, vyšší teplota). Poté se nádoba neprodyšně uzavře na 24-48 hodin. Zbytek vzduchu se vytlačí za pomoci oxidu uhličitého, který je nutné dodávat neustále, poněvadž bobule jej budou pohlcovat. Tak nastane intenzivní anaerobní kvašení při 60 % oxidu uhličitého ve vzduchu. Běžný přetlak je do 0,2-0,5 barů. Do počátku intracelulárního kvašení bude potřeba mnoho volného oxidu uhličitého. Optimální rozsah teploty pro karbonickou maceraci je mezi 30-32 °C. Teplotě přes 35 °C bychom se měli bezpodmínečně vyvarovat, hrozí kvasné chybné tóny (octová pachut', acetonový tón). Pokud při sběru hroznů byla příliš nízká teplota, měly by se za-

hřát. V průběhu anaerobního metabolismu začnou enzymové systémy z cukru, ale i kyseliny jablečné tvořit alkohol, jakož i vedlejší produkty (acetaldehyd, pyruvát). Maximální obsah vzniklého alkoholu je asi 2 % obj.. Běžně trvá anaerobní fáze osm až dvanáct dní. Velmi důležitý jev v prvním období je snížení celkové kyselosti na základě změny kyseliny jablečné (asi o 50 %) na alkohol, kyselinu jantarovou a oxid uhličitý bez současné tvorby kyseliny mléčné. Kyselina vinná se nemění, mění se obsahy pektinu, amonných solí a bílkovin. Následkem toho se bílkoviny rozkládají na aminokyseliny a peptidy s krátkým řetězcem a tyto jsou vhodné jako živiny pro kvasinky a bakterie. Charakteristické, květnato-ovocné vůně KM vín jsou způsobeny aromatickými látkami AMK a kyseliny šikimové (těkavé polyfenoly - vanilát, vinilbenzol, ethylfenol, benzaldehyd, ethylcinnamat a aromatické AMK, jako například fenylalanin a tyrosin). Charakteristické první aroma vína připomíná karafiáty (eugenol) a plody zavařeného ovoce. S přibývajícím stářím dochází ke snížení charakteristických aromatických látek, proto by se měla vína spotřebovávat mladá.

#### **Druhá fáze karbanické macerace**

Druhé stádium karbanické macerace je alkoholové kvašení a biologické odbourávání kyselin bakteriemi. Toto kvašení je velmi bouřlivé, proto by se mělo chladit asi na 20 °C, aby se minimalizovaly alkoholové a aromatické ztráty. Zpravidla trvá druhá fáze jen dva až sedm dní. Ke konci druhé fáze, po skončení alkoholového kvašení, se může očkovat bakteriemi JMK.

Vína vyrobená touto metodou jsou velmi svěží s ovocnou a vegetativní chutí často s nádechem koření, oliv, papriky a sena. Vína mají intenzivní fialovo-červenou slabší barvu, kyseliny jsou nižší než při kvašení rmutu. Typickým příkladem těchto vín je francouzské Beaujolais nouveau [12, 29].

### **4.3 Macerace za studena**

Tímto pojmem se rozumí vychlazení rmutu na cca 5 °C, doba macerace 1-5 dní u bílého vína a 2-7 dní u červeného vína. Mimoto se používá také extrémně dlouhé ležení až 30 dní. Jelikož není k dispozici ještě žádný alkohol, je macerace za studena vodní výtah primárních aromat obsažených v hroznech. Proto v první řadě dochází k zesílení aroma a zesílení barvy u červených vín. V zásadě jde o to, co možná nejrychleji zajistit zchlazení ještě před tím, než by mohla nastat jakákoli enzymatická nebo mikrobiologická činnost. Při nízké

teplotě je tedy pozastavena činnost enzymů, nedochází k oxidaci, nenastává odbourávání pektinů, nedochází k předčasnému kvašení a existující kyslík je zcela vytlačen (pokud se chladí pomocí CO<sub>2</sub>).

Jako velmi efektivní se osvědčilo zchlazování pomocí oxidu uhličitého suchým ledem nebo kapalným CO<sub>2</sub>. Důležité je nedávat suchý led přímo do hroznů, protože dochází k namrzání bobulí. To pak vede k praskání slupek, což je příčinou vzniku jemných kalů. Pelety by se měly teda přidávat až do rmutu. Osvědčilo se jejich přidávání do nádoby rmutového čerpadla. Ve velkých podnicích se používá chlazení pomocí kapalného CO<sub>2</sub>, který se přidává přímo do tanku rotační tryskou nebo do trubek dopravujících rmut. Nevhodnou metodou je chlazení pomocí trubkových tepelných výměníků, kde dochází kvůli čerpání rmutu k významné tvorbě jemných kalů. Kromě toho se může stát, že dojde k vypadávání vinného kamene, který se usazuje na stěnách trubek.

Důležité je, aby po fázi macerace následovalo rychlé zahřátí, protože jinak mohou vznikat lehké mikrobiologické vady. Mošt se zahřeje pomocí ohřívače, přidá se kultura ušlechtilých kvasinek a pak se dobře rozkvašený mošt vrátí zpět do zbytku rmutu. Vše by se mělo odehrávat v teplé místnosti. Kvůli přítomnosti oxidu uhličitého je vhodné provádět cílené provzdušnění, pro kvalitní průběh kvašení. Tímto speciálním způsobem zpracování může vzniknout až o 30 %, u menšího množství dokonce někdy až o 50 % více kalů. Kaly je možné ale bez velkých problémů zpracovat a čistý mošt přidat zpět k původnímu celkovému množství.

Vína vyrobená s použitím macerace za studena jsou čistší, mají intenzivnější ovocné tóny, červená vína mají intenzivnější barvu. Tato zlepšení se projevují především v letech s nižší kvalitou materiálu. Jsou-li hrozny velmi dobré a vyzrálé, jsou rozdíly mezi víny vyrobenými klasickou metodou nebo studenou macerací minimální.

Použitím této metody mohou vzniknout také sensorické problémy. Například pokud nebude korigován vyšší obsah kalů, může dojít k většímu obsahu fenolů, a tím také k rychlejšímu stárnutí a k vysoké barvě vína. Zvyšuje se také riziko vzniku sirky, protože více procesů probíhá bez přístupu vzduchu.

Při výrobě vín touto metodou se musí počítat s většími náklady. Na zchlazení 1000 kg rmutu o 1 °C je potřeba 5-6 kg suchého ledu [30].

## 5 NEŽÁDOUCÍ PROCESY ZPŮSOBUJÍCÍ VADY A NEMOCI VÍN

Vady vína jsou odchylky od normálního stavu způsobené fyzikálními nebo chemickými pochody nebo stykem s cizími látkami a převzetím jejich osobitých vonných a chuťových vlastností. Přesné hranice a přesné rozlišení vad od nemocí není možné určit, protože vznik některých druhů odchylek je často na sobě závislý. Nemoc může být příčinou vady, jindy je vada důsledkem nemoci. Zásadní příčiny vzniku jsou: vadná surovina, nesprávná manipulace s moštem nebo vínem, vadné výrobní zařízení a změna chemického složení. Vady způsobené surovinou jsou pachut' kouřová, zemitá, po plísni, po sirovodíku a mrazová příchut'; vzniklé při manipulaci s moštem nebo vínem jsou hnědnutí vína, pachut' po kyselině siřičité, kvasničná, varná, po třapínách a pelargoniová; způsobené výrobním zařízením jsou pachut' po plísni, po ztuchlině, po korku, kovová, po filtračních deskách, po nátěrech; vzniklé změnou chemického složení vína jsou černání vína, bílý zákal, bílkovinný zákal, netypické stárnutí vína, sýrovatění, koňský pot [10].

Nemocí vína mají na svědomí mikroorganismy – bakterie a kvasinky. Tyto mikroorganismy vytvářejí vlastní, negativně působící produkty své látkové přeměny nebo mohou měnit či úplně likvidovat látky obsažené ve víně. Rizikové jsou vína s vyšším obsahem sacharidů (polosuché, polosladké a sladké), nízkou koncentrací alkoholu, kyselin a oxidu siřičitého. Mezi nemoci patří octovatění, vláčkovatění, křís, myšina, máselné, manitové a mléčné kvašení a hořknutí červených vín. Nejlepší léčbou je prevence, dodržování hygieny a správné technologie (odkalení, ošetření oxidem siřičitým) a zabránění styku vína se vzduchem [12].

Nedostatky vín se rozumí přirozenou cestou vzniklý nedostatek nebo přebytek některé složky. Nejčastěji jde o nízkou cukernatost hroznů a nižší obsah alkoholu i extraktu ve víně. Nedostatkem je přebytek kyselin, hlavně kyseliny jablečné [10].

### 5.1 Hnědnutí vína

Hnědnutí vína zapříčiňuje oxidace různých látek ve víně. Sklon k hnědnutí mají všechna vína, protože obsahují látky, které se zabarvují dohněda. Zvláště náchylné jsou mošty a vína z nekvalitních hroznů nebo vína s nižším obsahem alkoholu. Hnědnutí je důsledek interakcí mezi cukry, bílkovinami, kyselinami a tříslovinami. Tyto reakce jsou katalyzované přítomností kovů a urychlují je oxidační enzymy polyfenoloxidázy. Aktivitě oxidačních enzymů lze zabránit přidáním oxidu siřičitého, který víno před oxidací účinně chrání.

Hnědnutí moštu a vína podporuje i nakvášení rmutu, dokvášení vína v neplných nádobách, stáčení vína za přístupu vzduchu, následná dolívka a nedbalé síření vína. Nahnědlé víno lze napravit zasířením, čiřením zdravými kvasnicemi, bentonitem a aktivním uhlím, přídavkem antioxidantů. Oxidační procesy také zpomaluje vysoký obsah kyselin a kyselina askorbová. Ve zdravých hroznech je hlavní oxidační enzym tyrosináza, která se dá snadno inaktivovat přídavkem 40 mg/l SO<sub>2</sub>. V hroznech napadených plísní šedou je enzym lakáza, který ani dvojnásobná dávka SO<sub>2</sub> neinaktivuje. Tyrosináza se dá těž inaktivovat přídavkem 200 g/hl bentonitu do moštu, ale lakázu inaktivuje bentonit jen nepatrně. Nejúčinnější inaktivací oxidačních enzymů je bleskový záhřev moštu na 70 °C a okamžité zchlazení. Oxidační enzymy přilnou na kalící částičky moštu, a proto rychlé vyčištění moštu zabraňuje oxidaci. Následné rychlé rozkvašení moštu uvede do pohybu redukční procesy, a tím se zahladí mírné oxidace. Po dokvášení postupují oxidace ve víně znovu, a to nejrychleji po zmizení CO<sub>2</sub> z vína. Pak dochází nejen k oxidacím enzymovým, ale i oxidacím neenzymovým vlivem vázání kyslíku na sloučeniny vína, přičemž působí katalytický kov železa a mědi. Rychlé vyčištění mladého vína a zamezení jeho styku se vzduchem je nejlepší ochranou. Nejpomaleji probíhá oxidace v nerezových nebo skleněných nádobách [10, 12, 31].

## 5.2 Pachuť po kyselině sírové a siřičité

Pachuť po kyselině sírové je ve víně velmi charakteristická. Projevuje se ostrou kyselostí, která vyvolává drsný nepříjemný pocit na zubech a jazyku. Bílé vína mají zpravidla i intenzivnější barvu.

Chyba vzniká po naplnění sudů, v kterých delší čas nebylo uložené víno a které se před použitím důkladně nevymyly. Prázdné dřevěné sudy se totiž musí konzervovat. Při suché konzervaci vzniká spálením sirných plátků oxid siřičitý. Při časté aplikaci je jeho část oxidována na kyselinu sírovou, která se hromadí v dřevě sudu. Čím častěji je sud vyprazdňován a čím častěji se síří, tím více se kyselina sírová hromadí. Sud se před naplněním moštem nebo vínem musí na jeden až dva dny naplnit vodou, čímž se kyseliny sírové zbavíme. Odkyselování vína sníží kyselou chuť, ale nemusí úplně odstranit vadu. Aktivním uhlím můžeme vadu zmírnit [4, 9].

Pachuť po kyselině siřičité je vada vzniklá nesprávným používáním oxidu siřičitého, hlavně když se síří neuváženě a víno se soustavně přesírjuje. Vada se projevuje známou sladkostí, nepříjemně svíravou a drsnou chutí. Ve vůni je cítit síra, která se projevuje pichlavým

drážděním nosní sliznice. Konzumace přesířeného vína způsobuje bolesti hlavy, případně i zažívací problémy.

Přesíření se odstraní provzdušněním a stočením vína. Síra lze také snížit směsí s vínem s nižším množstvím SO<sub>2</sub>, nebo delším ležením vína v sudech [9].

### 5.3 Kvasničná pachut'

Kvasničná pachut' vzniká u vín, která dlouho ležela na kvasničných kalech, podléhajících autolýze kvasinek. Vzniká především u vín s nízkým obsahem alkoholu a kyselin, pokud se uchovávají při vyšší teplotě. Tato pachut' postupně přechází v nepříjemnou, často až hnilobnou příchut', kterou mohou doprovázet i jiné vady a nemoci. Náprava spočívá v okamžitém stočení vína z kalů, čiření kaseinem nebo želatinou. Zanedbaná vada se nedá odstranit vůbec [4, 31].

### 5.4 Pachut' varná a po třapinách

Varná příchut' se vyskytuje u pasterovaných vín. Vzniká tehdy, jestliže se víno ohřívá za přístupu vzduchu. Aby se zabránilo tvorbě varné příchutě, musí se víno před zahříváním dokonale vyčeřit a přefiltrovat. Pasterovat se musí bez přístupu vzduchu [31].

Pachut' po třapinách je ve víně velice nepříjemná, připomíná chuť trávy a chlorofylu. Výrazně se projevuje u vín z nezralých hroznů se zelenými třapinami nebo nevhodným zpracováním suroviny (mechanickou sklizní, užití nádob s vysokou násypnou výškou, mechanické a biologické poškození slupek, neodzrnění, dlouhé naležení rmutu a vysoké dávky oxidu siřičitého). Všechny pracovní kroky by se měly dělat šetrně, aby se minimalizovalo poškození a vyluhování třapin, slupek a peciček. Vzniklá pachut' se může odstranit čiřením želatinou [4, 32].

### 5.5 Kovová příchut'

Kyselina vinná je velmi agresivní a při styku s kovy s nimi reaguje, a tím se rezidua kovů dostávají do vína. Příchut' se popisuje jako kovově hořká, nejlépe ji rozezná kuřák, kterému víno při kouření v ústech zesládne. Zvýšený obsah trojmocného železa ve víně může vyvolat oxidativní přeměnu aromatických látek a fenolů. Následkem toho pak mají taková vína zvýšenou spotřebu SO<sub>2</sub>, mají širokou chuť a vykazují nepřírozené zbarvení. Základní příči-



ny zvýšeného obsahu kovů jsou prostředky pro ochranu rostlin obsahující kovy (zinek, měď), přímým kontaktem se zkorodovanými kovovými díly (čerpadla, odzrňovače), prostředky pro ošetření vína obsahující kovy. Zvýšený obsah železa a jiných kovů se dá z vína odstranit jen s velkou námahou, a to modrým čiřením, mělo by se při jeho výrobě důsledně zabránit nežádoucímu obohacování kovy [32].

Modré čiření je odstraňování reziduí kovů z hroznového vína přidávkem hexakynoželeznanu draselného. Při vzájemné reakci vzniká nejdřív rozpustná berlínská modř a v dalším kroku nadbytečným množstvím trojmocného železa přechází rozpustná forma berlínské modře na nerozpustnou. Vysráží se nejenom železo, ale i ostatní kovy nacházející se ve víně. Vzniklé sraženiny kovů jsou těžko rozpustné a při sedimentaci strhávají z vína i mechanické nečistoty, dusíkaté látky a kaly mikrobiologické povahy [12].

## 5.6 Pelargoniový tón

Pelargoniový tón je zvláštní, mírně hořká vůně a chuť připomínající muškáty (pelargonie). Tato nemoc vína je způsobená odbouráváním kyseliny sorbové bakteriemi. Použití kyseliny sorbové u vín je povoleno až do množství 200 mg/l. Toto množství účinkuje proti kvasinkám a plísním, ale v těchto nízkých koncentracích jen při malé hustotě choroboplodných zárodků a ve spolupráci s SO<sub>2</sub>. Žádný vliv ale nemá tento prostředek na bakterie kyseliny octové a kyseliny mléčné, takže odbourávání může probíhat v rámci redukce na sorbitol. V dalším sledu vzniká 2-Etoxy-3,5-hexadien, který vytváří tento typický charakter co do vůně/zápachu a chuti. Nejlepší je, když se při malé zátěži choroboplodnými zárodky upustí od použití kyseliny sorbové. Důležité je také pečovat o dobrou hygienu ve sklepě, proplachovat hadice a nádoby, pokud se pracuje naráz s konzervovaným vínem a vínem neošetřeným kyselinou sorbovou, protože může dojít k předání kyseliny „zdravému“ vínu. Odstranění závady prakticky není možné. Ani ošetřením dávkou 500 g/hl aktivního uhlí se nedá docílit úspěchu [32].

## 5.7 Křísovatění

Onemocnění způsobené povrchovými aerobními, tzv. kožkotvornými kvasinkami, které za určitých podmínek vytváří nejčastěji na povrchu mladého vína souvislý bílý povlak (kožku) z velkého počtu pseudomyceliárních buněk, tzv. křísovatění. Nejčastěji tuto nemoc způsobují kvasinky rodu *Metschnikowia* a *Pichia*, méně již kvasinka rodu *Hansenula*. Společ-

ným znakem těchto kvasinek je malá nebo žádná tvorba alkoholu a tvorba různě silné kožky na povrchu vína, ovšem za předpokladu, že víno má nižší hladinu alkoholu (pod 11,5 % obj.) a je k němu dostatečný přístup vzduchu (neplně nádoby).

Nejrozšířenější kožkotvornou kvasinkou je *Metschnikowia pulcherrima*. Výrazným znakem tohoto druhu je tvorba silné, mastné, vysoko vzlínající kožky a dokonalá tvorba bohatě vyvinutého pseudomycelia. Tato kvasinka v mnoha případech tvoří dominantní část kvasinkové flóry mladých vín.

Nedílnou součástí křísotvorného povlaku na mladých vínech jsou také kvasinky *Pichia membranaefaciens*. Vytváří se značnou intenzitou silnou zvrásněnou a vzlínavou kožku. Pseudomycelium tvoří velmi dobře. Nezkvašují žádný cukr. Lze říci, že tyto mikroorganismy jsou typické kožkotvorné kvasinky.

Kvasinky rodu *Hansenula* jsou morfologicky značně podobné kvasinkám *Pichia*, s kterými mají společnou vlastnost, a to tvorbu dosti dobře vyvinuté kožky. Jejich výskyt, ale není hojný.

Kožkotvorné kvasinky neškodí v mladém víně jen tím, že na jeho povrchu vytváří bělavošedý, různě silný povlak, ale také tím, že napadají také kyseliny vína, zejména kyselinu jablečnou a vinnou. Navíc oxidují alkohol na oxid uhličitý a vodu, což vede k znehodnocení vína, pokud se křís včas neodstraní.

Náprava napadeného vína křísem je velmi snadná. Nejdříve se vyplavením nebo opatrným stočením odstraní křís, pokud je to možné, víno se scelí s vínem alkoholičtějším a udržuje se v plných nádobách. Síření nepomáhá, protože kožkotvorné kvasinky jsou vůči SO<sub>2</sub> značně odolné. Ale pomáhá na povrch vína nalít pár ml čistého alkoholu, nejlépe 94% [33].

## 5.8 Octovatění

Těkavé kyseliny vznikají především činností octových bakterií, které ke svému rozvoji potřebují vzdušný kyslík. Na zdravých hroznech se nejvíce vyskytuje druh *Gluconobacter oxydans* v populacích okolo 10<sup>2</sup>-10<sup>5</sup> KTJ/ml., *Acetobacter* spp. se na zdravých hroznech vyskytuje minimálně. Větší pravděpodobnost výskytu octových bakterií existuje, jestliže jsou hrozny mechanicky poškozené anebo napadené houbovými chorobami nebo šedou a bílou hnilobou hroznů révy. Nejvíce zastoupené jsou druhy *Acetobacter aceti*, *Acetobacter*

*pasteurianum*. V moštu a počátcích kvašení je dominantní druh *Gluconobacter oxydans*. Ke konci kvašení opět převažuje *Acetobacter aceti*.

Rovněž v průběhu kvašení může metabolismem vinných kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae*) vznikat malý obsah kyseliny octové. Podobně je tomu i při jablečno-mléčné fermentaci díky metabolismu kyseliny citronové, způsobenému mléčnými bakteriemi.

Velký vliv na rozvoj octových bakterií má způsob sklizně a transport hroznů ke zpracování. Při transportu hroznů poškozených nebo napadených houbovými chorobami je důležitá rychlost a aplikace oxidu siřičitého přímo při sklizni ve vinici. Octové bakterie nemají rády vysoký obsah alkoholu a nedostatek kyslíku. Na vyšší obsah alkoholu jsou nejlépe přizpůsobivé druhy rodu *Acetobacter*.

Octové bakterie se mohou rozvíjet ve víně i během kvašení, zejména tehdy, když klesá aktivita vinných kvasinek *S. cerevisiae* a dochází ke zpomalení nebo úplnému zastavení kvašení. Nižší obsah alkoholu a vysoký zbytkový cukr jsou ideální pro rozvoj octových bakterií. Jejich zdrojem mohou být také dřevěné sudy, zejména takové, které jsou vícekrát použité. Bakterie se mohou velmi rychle adaptovat v sudu s kontaminovaným vínem. Je-li nádoba nebo víno kontaminované, je velmi nebezpečné, dojde-li k přístupu kyslíku k vínu. Ve víně, kde jsou přítomné životaschopné octové bakterie, může být mikrooxidace významným impulsem pro jejich rozvoj. Rozvoj octových bakterií dokáže brzdit 0,8 mg/l molekulární SO<sub>2</sub>. Prevencí rozvoje octových bakterií je vynikající hygienická čistota vinařského provozu [34].

Octovatění patří k nejnebezpečnějším nemocem vína. Vyléčení již není možné. Vína se silným octovatěním jsou vhodná již jen k výrobě octa [32].

## 5.9 Víno Brettý

Stodola, zpocené kůň, spálený plast, vlhká kůže. To všechno se používá na opis aroma ve vínech označovaných „brettý“. Brettý tedy není krásný přívlastek, ale označení vady vína, kterou způsobují kvasinky *Brettanomyces*, nekontrolovatelným zvýšením obsahu těkavých fenolů, jako je 4-ethylfenol a 4-ethylguajakol, které za vhodných podmínek kvasinky produkují. Ve vínech s „brettý“ charakterem se mění aromatické i chuťové vlastnosti, stoupají různé zápachy a ovocná chuť a vůně prudce klesá.

Možnými zdroji kvasniční flóry, speciálně po dobu sběru, jsou povrchy vegetace ve vinohradě, květy, plody a půda. Kontaminované a nedostatečně čisté lisovací zařízení, odtoky, sudy, trubky, pumpy, ventily, a plnicí zařízení mohou být zdrojem infekce. Za rozšíření *Brettanomyces* je zodpovědný také hmyz žijící na ovoci (včely, mušky). Kromě přímého znehodnocení vína může *Brettanomyces* škodit i nepřímo. Některé kmeny dokážou asimilovat celobiózu a dokážou tak porušit strukturu dřeva sudu. Takto napadené sudy uvolňují do vína další nepříjemné páchnoucí látky, dochází tak k nadměrné oxidaci vína, které by se mělo co nejdříve zlikvidovat, aby nedocházelo k další kontaminaci nových sudů [35].

Tyto kvasinky jsou schopny vstoupit do zvláštního metabolického stavu, nazývaného „životaschopná nekultivovatelná“ (VNC). V tomto případě jsou klasické mikrobiologické analýzy neschopné odhalit její přítomnost. Proto můžou být u vína, které bylo při zpracování hroznů označeno jako bez *Brettanomyces*, nalezeny vady v láhvi. V tomto stádiu výroby je velmi užitečné mít metodu schopnou objevit *Brettanomyces* i ve stádiu VNC. V současnosti jediná metoda kvantitativní PCR je schopna rychle a specificky *Brettanomyces* odhalit. PCR spočívá v hledání DNA charakteristické pro *Brettanomyces* bez ohledu na fyziologický stav kvasinek [36].

Jediná možnost jak eliminovat růst *Brettanomyces* ve vínech zrajících v dubových sudech je zabezpečit dostatečnou koncentraci  $\text{SO}_2$  po dobu procesu zrání. Na dezinfekci prázdných sudů je potřeba použít nejméně 7 g/sud plynného  $\text{SO}_2$ . Naplněné sudy by měly obsahovat 20-25 mg/l volného  $\text{SO}_2$ , 30-35 mg/l v období horkého léta. Tato koncentrace by měla zabránit rozvoji *Brettanomyces* po celou dobu zrání v sudech.

*Brettanomyces* dokáže přežít v sudech i po ošetření oxidem siřičitým. Kvasinka přežívá zásah v oblasti s nízkou koncentrací  $\text{SO}_2$ , jako jsou okolí zátky, dřevo, kvasniční sediment.

Aby výrobci předešli kontaminaci vína kvasinkami rodu *Brettanomyces*, ale i jinými divokými kvasinkami, je důležité dodržovat již notoricky známé zásady. Vhodné ošetření moštu, použití čistých kultur kvasinek na jeho inokulaci a především dodržovat hygienu a neustále kontrolovat vína v sudech. Sudy by měly být čisté, vysířené a dolité, aby nedocházelo ke zbytečnému přístupu kyslíku [35].

## 5.10 Myšina

V souvislosti s *Brattynomyces* byla zkoumána i tvorba myšiny ve víně. Heresztynová izolovala a charakterizovala sloučeniny a organismy zodpovědné za myšinu v australských vínech. Zjistila, že za myšinu ve víně byly zodpovědné dva izomery produkované kmeny *Bretanomyces*: 2-acetyl-1,4,5,6-tetrahydropyridin a 2-acetyl-3,4,5,6-tetrahydropyridin. Nákaza byla pozorována jen v případě, že mikroorganismy měly k dispozici aminokyselinu lysin a ethanol. 2-acetyl-1,4,5,6-tetrahydropyridin má extrémně nepříjemný pach a chuť. Jeho zápach je charakterizovaný jako chlebový, jiní ho popisují jako podobný myši moči nebo acetamidu [35].

Myšina se objevuje častěji u mladých vín se zbytkovým cukrem. Jako původci onemocnění jsou uváděny kmeny bacilů *Lactobacillus brevis* a *Lactobacillus cellobiosus* a jednak kvasinky *Brettanomyces*. V našich klimatických podmínkách jsou za nemoc odpovědné spíše laktobacily, teprve poté kvasinky [32].

Bylo dokázáno, že na vyvolání zápachu po myšině má vliv i nepřímá kontaminace vína z ovzduší sklepa nebo skladu, případně dřeva nacházejícího se v těchto prostorách, tribromoanisolem (TBA) spolu s trichromoanisolem (TCA), tetrachloroanisolem (TeCA) a tribromofenolem (TBP) [37].

Při lehkém ovlivnění chuti často pomůže již silné síření a následující sterilní filtrace. Jestliže síření nepřinese výsledky, lze ještě využít scezování s vínem bohatším na kyseliny. Při velkém postižení se už víno nedá zachránit [32].

## 5.11 Máselné kvašení

Diacetyl je sloučenina s intenzivní vůní a chutí, která je senzory účinná už ve zředění 1:1 000 000. V menší koncentraci (1 mg/l v bílém víně a 5 mg/l v červeném víně) dodává diacetyl vínu máselný tón, vyšší koncentrace je však třeba označit za vadu. Víno chutná nasládle-kysele, škrablavě a po kysaném zelí. Ve zkažených vínech se tato vada vyskytuje následkem silné kontaminace pediokoky (*Pediococcus damnosus*) anebo laktobacily tvořícími sliz. K máselnému tónu přistupuje také vláčkovatění a olejnatění vína [32].

### 5.12 Mléčné kvašení

Jedná se o anaerobní proces, při kterém se sacharidy fermentují na kyselinu mléčnou a další vedlejší produkty. Určují ho mléčné bakterie, jako i některé druhy kvasinek (*Kluyveromyces lactis*). Při homofermentativním mléčném kvašení vznikají z jedné molekuly glukózy dvě molekuly kyseliny mléčné, při heterofermentativním kvašení je produktem fermentace glukózy jedna molekula oxidu uhličitého, jedna molekula ethanolu a jedna molekula kyseliny mléčné [12].

### 5.13 Manitové kvašení

Vína s tónem po manitu se dají rozpoznat podle jejich odporné chuti. Tón po manitu se vytváří heterofermentativními bakteriemi kyseliny mléčné ve fázi školení vína prostřednictvím využití fruktózy, která se redukuje na manit. Vedle manitu vzniká většinou kyselina octová, která je rovněž tvořena heterofermentativními bakteriemi kyseliny mléčné z fruktózy. Zvláště ohrožena tónem po manitu jsou vína s nízkým obsahem kyselin, alkoholu a vína, která byla nedostatečně sířena. Prevencí před touto nemocí je včasné dokvašení a skladování při nízké teplotě [12, 32].

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo uvést, charakterizovat a zhodnotit technologie výroby vína z hlediska biochemických procesů, které zde probíhají. Důraz byl položen na alkoholovou fermentaci a enzymatické procesy ovlivňující výsledný produkt.

Výchozím bodem byla historie fermentačních procesů a dále seznámení s moderními technologiemi výroby vín využívanými u nás i v zahraničí (Evropské unii). Poté byly popsány výrobní technologie u jednotlivých druhů vín, a to u bílých a červených vín, přírodně sladkých vín a šumivých či perlivých vín.

V hlavní části práce jsou uvedeny jednotlivé aspekty fermentačních procesů. Jedná se zejména o druhy kvasinek, jejich propagaci a výživu. Dále také faktory ovlivňující kvašení, jako je teplota, cukernatost moštu, obsah alkoholu, SO<sub>2</sub> a kyslíku. Jako nedílná součást technologie výroby vína jsou popsány enzymy (pektolytické enzymy, glukonázy, glukosidázy a lakáza), na něž byl položen důraz v další části této bakalářské práce. Výsledkem výrobních technologií ne vždy bývá kvalitní a dobré víno. Studium zde uvedených biochemických procesů byla získána celá řada poznatků, které nám v dnešní době umožňují vedení technologického procesu tak, že s vysokou mírou pravděpodobnosti je získán produkt s předem stanovenými kvalitativními vlastnostmi.

Nezkušenost vinaře a špatný potenciál hroznů se může projevit nežádoucími procesy způsobujícími vady a nemoci vín. Na tento problém bylo poukázáno v poslední kapitole mé bakalářské práce.

Na základě poznatků získaných při zpracování této práce lze konstatovat, že dnešní moderní vinařství se bez hlubokých poznatků z oblasti biochemie, chemie, mikrobiologie a technologie již neobejde. Do budoucna bych tedy doporučoval prosazování uvedených aspektů v přiměřené míře také u malovýrobců, kdy jejich uplatnění bude nesporným přínosem pro kvalitu jejich produkce. Ve prospěch tohoto konstatování hovoří i poznatky ověřené vlastní praxí autora této práce.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Historie vinařství – Původ vína. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://vinar.unas.cz/historie.html>.
- [2] KRAUS, V., FOFFOVÁ, Z., VURM, B. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 2. Díl*. Praha: Praga Mystica, 2008. ISBN 978-80-86767-09-3.
- [3] PAVLOUŠEK, P. *Výroba vína u malovinařů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 96 s. ISSN 80-247-1247-4.
- [4] ŠVEJCAR, V., PÁTEK, J. *Choroby, chyby a nedostatky hroznového vína*. Bratislava: Příroda, vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1969, 134 s. ISBN 64-047-69.
- [5] PAVLOUŠEK, P., Tradice a moderní enologie. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2012, roč. 105. č. 6, s. 316-317. ISSN 1212-7884.
- [6] KRAUS, V., HUBÁČEK, V., ACKERMANN, P. *Rukověť vinaře*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 2000, 262 s., [12] s. barev. obr. příl. ISBN 80-853-6234-1.
- [7] STEIDL, R., LEINDL, R. *Cesta ke špičkovému vínu*. 1. vyd. Valtice: Národní salon vín, 2004, 67 s. ISBN 80-903-2014-7.
- [8] PAVLOUŠEK, P., Technologické zásady moderní vinifikace hroznů. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2004, roč. 97. č. 9, s. 408. ISBN 1212-7884.
- [9] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství*. 1. Vyd. Valtice: Národní salon vín, 2002. 307 s. ISBN 80-9032001-0-4.
- [10] ACKERMANN, P. *Velký vinařský slovník*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2007. 395 s., 33 s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-86031-70-5.
- [11] KRAUS, V., FOFFOVÁ, Z., VURM, B. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 1. Díl*. Praha: Praga Mystica, 2005. 307 s. ISBN 80-86767-00-0.
- [12] MALÍK, F., FURDÍKOVÁ, K., RUMAN, T., MALÍK, F. *Vinársky lexikón*. Bratislava: Tlač Polygrafické centrum, 2012. 144 s. ISBN 9788097086305.
- [13] FIC, V. *Charakteristika tokajské vinařské oblasti*. Zlín: UTB ve Zlíně, 14. 11. 2012.



- [14] KUTTELVAŠER, Z. *Abeceda vína*. 1. Vyd. Praha: Radix, 2003. 280 s. ISBN 80-86031-43-8.
- [15] LAHO, L., MINÁRIK, E. *Vinárstvo II: Chémia – mikrobiológia – analytika vína*. 1. Vyd. n. p. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1959. 312 s.
- [16] FARKAŠ, J. *Technológia a biochémia vína*. 2. Vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1973. 773 s. ISBN 63-092-73.
- [17] ŠVEJCAR, V., MINÁRIK, E. *Vinařství: Mikrobiologie hroznů a vína*. 2. Vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1981, 99 s. 55-921-81.
- [18] MALÍK, F., FURDÍKOVÁ, K. Dusík vs. Fermentácia hroznového muštu. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2007, roč. 100. č. 11, s. 546-547. ISSN 1212-7884.
- [19] PAVLOUŠEK, P. Co potřebují kvasinky. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2012, roč. 105. č. 10, s. 504. ISSN 1212-7884
- [20] STEIDL, R., RENNER, W. *Problémy kvašení vín*. Vyd. 1. Překlad Josef Balík. Valtice: Národní salon vín, 2004, 74 s. ISBN 80-903-2013-9.
- [21] PELIKÁN, M. *Technologie kvasného průmyslu*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1996, 129 s. ISBN 80-715-7240-3.
- [22] KYSELÁKOVÁ, M. Jablečno-mléčná fermentace. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2003, roč. 96. č. 7-8, s. 347. ISSN 1212-7884
- [23] ŠVEJCAR, V. *Vinařství: Základy technologie*. 1. Vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1986, 56 s. 55-914-86.
- [24] STEIDL, R., RENNER W. *Moderní příprava červeného vína*. 2. vyd. Valtice: Národní vinařské centrum, 2006, 72 s. ISBN 80-903-2017-1.
- [25] SPARROW, C, B., FAUVEAU, C., GRASSIN, C., PELLERIN, P. Enzymes in winemaking - Method of production, the enzymatic reactions and their effect on the transformation of grapes into wine. [online]. [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://www.wynboer.co.za/recentarticles/200611enzymes.php3>

- [26] KVASNIČKOVÁ, A. Lakáza, nový enzym využitelný v potravinářském průmyslu. [online]. 2003 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=154&ch=13&typ=1&val=13572>
- [27] GALA, A. Reduktivní způsob výroby vína. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2007, roč. 100. č. 4, s. 176-177. ISSN 1212-7884
- [28] HYNEK, P. Bez lásky nelze nikdy vyrobit dobré víno, říká sklep mistr školního sklepa Pavel Buriánek. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2005, roč. 98. č. 2, s. 75-76. ISSN 1212-7884
- [29] VEVERKA, J. Karbonická macerace. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2003, roč. 96. č. 7-8, s. 335-336. ISSN 1212-7884
- [30] STEIDL, R. *Po cestách ke špičkovému vínu*. Vyd. 1. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010, 64 s. ISBN 978-80-903201-8-5.
- [31] FARKAŠ, J. *Vinárstvo I: Technológia vína*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1957, 300 s.
- [32] EDER, R. *Vady vína*. Vyd. 1. Valtice: Národní vinařské centrum, 2006, 263 s. ISBN 80-903-2016-3.
- [33] ŠVEJCAR, V. Kvasinky a křís. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2003, roč. 96. č. 12, s. 546. ISSN 1212-7884.
- [34] PAVLOUŠEK, P. Bakterie a kvasinky ovlivňující kvalitu vína. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2009, roč. 102. č. 5, s. 224-227. ISSN 1212-7884
- [35] FURDÍKOVÁ, K., MALÍK, F. Víno „bretty“. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2008, roč. 101. č. 3, s. 113-114. ISSN 1212-7884
- [36] Kvantifikace *Brettanomyces* ve víně. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2009, roč. 102. č. 12, s. 555. ISSN 1212-7884
- [37] Identifikace a zodpovědnost tribromoanisolu (TBA) za vůni po myšíně a zátce ve vínech. *Vinařský obzor*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2004, roč. 97. č. 10, s. 461. ISSN 1212-7884

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

obj. %	Objemová procenta.
°Kl	Stupně klosterneuburského moštoměru (kg cukru na 100kg moštu).
°NM	Stupně československého normalizovaného moštoměru (kg cukru na 100l moštu).
MLF, JMK	Malolaktická fermentace neboli jablečno-mléčné kvašení.
AK	Alkoholové kvašení.
BOK	Biologické odbourání kyselin.
KM	Karbonická macerace.
AMK	Aminokyselina.
KTJ/ml	Kolonie tvořící jednotka/ml.
PCR	Polymerázová řetězová reakce.