

Použití oxidu siřičitého ve vinařství

Jiřina Suchánková

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiřina SUCHÁNKOVÁ
Osobní číslo: T07162
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie a řízení v gastronomii

Téma práce: Použití oxidu siřičitého ve vinařství

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizace oxidu siřičitého.
2. Technologie výroby vína.
3. Jednoduché i instrumentální metody stanovení oxidu siřičitého ve víně.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] FURDÍKOVÁ, K., MALÍK, F. Kolobeh síry vo víne, Chemické listy, 103, 2009, 154–158.

[2] LI, H. et al, Mechanisms of oxidative browning of wine, Food Chemistry, 108, 2008, 1–13.

[3] MAKHOTKINA, O., KILMARTIN, P. A., Uncovering the influence of antioxidants on polyphenol oxidation in wines using an electrochemical method: Cyclic voltammetry, Journal of Electroanalytical Chemistry, 633, 2006, 165–174.

[4] KADLEC, P., Technologie potravin II, VŠCHT Praha, 2008.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Hanuštiak

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

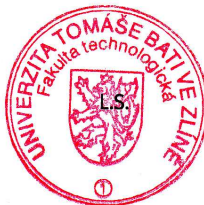
Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Suchánková Jiřina

Obor: CHTP-Ga

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 25. 5. 2011

Suchánková Jiřina

¹⁾ 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 nevydávající 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.

(2) 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.

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

²⁾ 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 vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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). Odpírá-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 užit 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářská práce je vysvětlit důležitost oxidu siřičitého a jeho využití ve víně a vinařství. Tato práce popisuje charakteristiku oxidu siřičitého, jeho formy a způsob jeho aplikace při síření vína. Neméně důležitou částí je technologická výroba vína a pozdější stanovení oxidu siřičitého, při kterém se kontroluje maximální povolený obsah SO₂ ve víně.

Klíčová slova:

Oxid siřičitý, technologie výroby vína, stanovení SO₂, síření

ABSTRACT

Aim of this thesis is to explain the importance of sulfur dioxide and its use in wine and viticulture. This thesis describes the characteristics of sulfur dioxide, its form and method of its application to the proliferation of wine. No less important is the technology of wine production and the subsequent determination of sulfur dioxide, which controls the maximum permitted level of SO₂ in wine.

Keywords:

Sulfur dioxide, the technology of wine production, determination of SO₂, the proliferation of wine

Ráda bych poděkovala především Ing. Pavlu Hanuštiakovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi pomohly vypracovat mou bakalářskou práci.

V neposlední řadě také děkuji své rodině a přátelům za jejich podporu a oporu během celého mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERIZACE OXIDU SIŘIČITÉHO	12
1.1 OXID SIŘIČITÝ	12
1.1.1 Vliv oxidu siřičitého na zdraví člověka	13
1.2 POUŽITÍ OXIDU SIŘIČITÉHO VE VINAŘSTVÍ	13
1.2.1 SO ₂ jako antioxidant ve víně.....	15
1.2.2 Oxid siřičitý a jeho vaznost ve víně a moště.....	16
1.2.3 Síření vína	16
1.2.4 Pod tlakem zkapalněný SO ₂	17
1.2.5 Síření spalováním pevné síry	18
1.2.6 Disiřitan draselný K ₂ S ₂ O ₅	18
1.3 POUŽITÍ OXIDU SIŘIČITÉHO K SÍŘENÍ VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ	21
1.3.1 Síření sudů.....	21
1.3.2 Síření sklepů a manipulačních prostorů	22
1.3.3 Sterilizace láhví.....	22
1.4 SIRNÝ METABOLISMUS KVASINEK.....	22
1.4.1 Příchuť vína po sirovodíku, vznik sirky.....	23
1.5 VINNÁ RÉVA A SÍRA.....	23
2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA	25
2.1 SBĚR HROZNŮ.....	28
2.2 PŘÍJEM HROZNŮ.....	29
2.3 PRÁCE PŘED LISOVÁNÍM	30
2.3.1 Drcení a odzrňování	30
2.3.2 Cedění rmutu	30
2.3.3 Naležení rmutu	30
2.3.4 Nakvácení rmutů	31
2.4 LISOVÁNÍ.....	31
2.5 ÚPRAVA HROZNOVÉHO MOŠTU	33
2.5.1 Odkalování moštu	33
2.5.2 Provzdušnění	33
2.5.3 Síření	34
2.5.4 Úprava cukernatosti.....	34
2.5.5 Úprava kyselosti	34
2.5.6 Plnění moštů do kvasných nádob	35
2.6 KVAŠENÍ MOŠTŮ.....	35
2.7 STÁČENÍ	36
2.8 ŠKOLENÍ VÍNA	37
2.8.1 Čiření vína.....	37
2.8.2 Stabilizace vína	38

2.8.3	Filtrace vína.....	38
2.8.4	Plnění do lahví.....	39
2.9	VADY VÍN.....	39
3	JEDNODUCHÉ A INSTRUMENTÁLNÍ METODY STANOVENÍ OXIDU SIŘIČITÉHO VE VINAŘSTVÍ	41
3.1	OXIDAČNĚ PROVZDUŠŇOVACÍ METODA.....	41
3.1.1	Volného oxidu siřičitého.....	41
3.1.2	Celkového oxidu siřičitého.....	41
3.2	TITRAČNÍ STANOVENÍ VOLNÉHO OXIDU SIŘIČITÉHO.....	42
3.2.1	Přímá jodometrická titrace.....	42
3.2.2	Stanovení dle Dr. Rebeleina.....	43
3.3	PRŮTOKO-VSTŘIKOVACÍ SYSTÉM PRO STANOVENÍ SO ₂	44
3.4	TITRAČNÍ STANOVENÍ CELKOVÉHO OXIDU SIŘIČITÉHO.....	44
3.5	STANOVENÍ VOLNÉHO A CELKOVÉHO OBSAHU SO ₂ METODOU ICP-OES	44
3.6	PRŮTOKOVÁ INJEKČNÍ ANALÝZA PLYNOVÉ DIFÚZE S VYUŽITÍM SPEKTROFOTOMETRICKÉ DETEKCI PH	45
3.7	DESTILAČNÍ URČENÍ CELKOVÉHO OXIDU SIŘIČITÉHO	45
3.8	RIPPER METODA	46
3.8.1	Stanovení obsahu volného oxidu siřičitého.....	46
3.8.2	Stanovení obsahu celkového množství oxidu siřičitého	47
	ZÁVĚR	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	49
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM TABULEK.....	54

ÚVOD

Podle posledních studií se prokázalo, že spotřeba vína v České republice neustále stoupá. Studie potvrdila, že v devadesátých letech byla průměrná roční spotřeba vína 11 litrů na hlavu. V současnosti se trend pití vína neustále zvyšuje a průměrná spotřeba vína za rok 2010 byla 19 litrů na hlavu. Dříve se v České republice uplatňovalo nejlépe víno bílé, ale v posledních letech roste trend v požívání vína červeného a celková spotřeba těchto vín se rovná.

Oxid siřičitý je z technologického hlediska ve vinařství nepostradatelný. Je důležitý při technologických fázích, kdy dochází ke zpracování a ošetření vína. Neméně důležitý je i při ošetření kvasných, přepravných a uskladňovacích nádob, kdy oxid siřičitý zaručí, že nedochází ke kontaminaci hroznů z povrchu nádoby během přepravy či kvašení. Aplikace oxidu siřičitého napomáhá k ošetření uskladňovacích místností a pomocného zařízení při technologické výrobě vína.

Oxid siřičitý je považován za jakostní parametr vína. K největšímu použití oxidu siřičitého dochází při výrobě vína z narušených či nezdravých hroznů. U takto vyrobeného vína je obsah oxidu siřičitého více hlídán, než u vín které jsou vyrobeny ze zdravých hroznů. Limit maximálního množství obsahu oxidu siřičitého je dán Nařízením rady ES č. 1493/1999.

K síření moštů, rmutů a vína se oxid siřičitý používá různými způsoby. Používá se síření pomocí spalováním elementární síry, síření disiřičitanem draselným a síření zkapalněným oxidem siřičitým. Stupeň síření je závislý na zdravotním stavu hroznového vína.

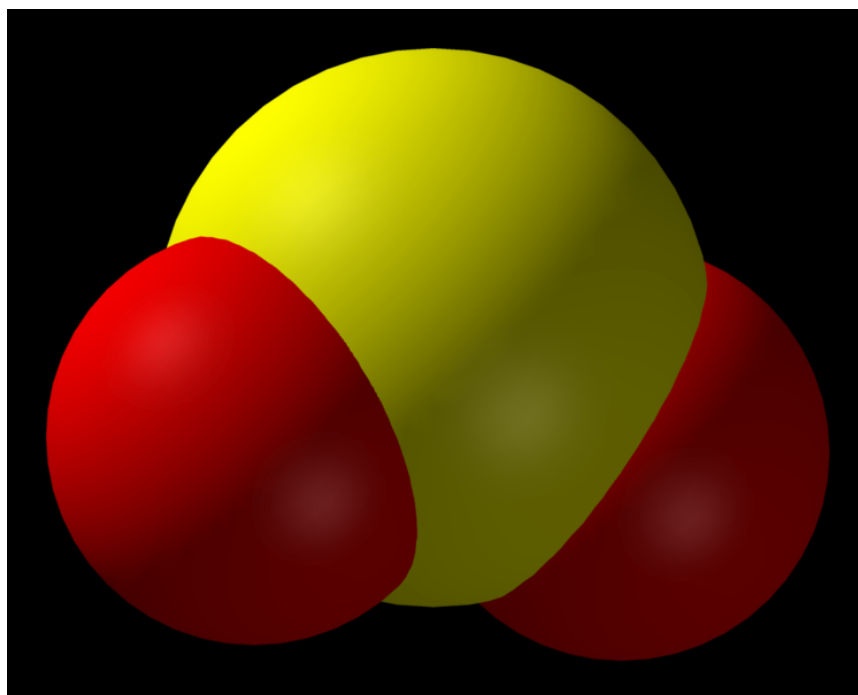
V současné době je mnoho způsobů, jak stanovit množství oxidu siřičitého ve víně.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERIZACE OXIDU SIŘIČITÉHO

Síra se v přírodě nachází v podobě organických i anorganických látek. U anorganických sloučenin je to zejména elementární síra, sulfidy, siřičitany, oxidy síry a sírany. Sirné látky jsou pro metabolismus jakékoliv buňky nenahraditelné. Síra je velkou součástí koenzymů, aminokyselin, esenciálních vitamínů a proteinů. Bez těchto látek by jakékoliv živé organismy nemohly existovat. Kvalitní víno musí obsahovat dostatek správných sirných sloučenin [1].

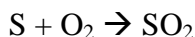
1.1 Oxid Siřičitý



Obrázek 1 3D model molekuly SO_2 [2]

Oxid siřičitý se ve vinařství používá velmi dlouho. Je prokázáno, že už Římané používali oxid siřičitý k síření nádob určené na obilí a víno. Počátky záměrného používání oxidu siřičitého jsou spojeny s vynálezem sudu. Díky jeho účinku při ochraně vlhkých prostorů sudů před plísní se ukázalo, že je vhodný také k dobrému uchování vín. Síření se považuje za nejstarší sklepní manipulaci jak ve vinařství, tak také v technologii potravinářského průmyslu. V dnešní době je síření oxidem siřičitým základní operací, neboť se snadno aplikuje a má široké spektrum účinnosti za nízké náklady [3].

Oxid siřičitý vzniká spalováním síry. Tento proces lze znázornit rovnicí:



Je charakterizován jako bezbarvý toxický plyn se silným zápachem. Zabraňuje rozvoji mikroorganismů, jako jsou kvasinky, bakterie a plísňové houby. Je lehce rozpustný ve vodě i víně a pod tlakem se lehce zkapalňuje. Ve vodném roztoku se z něj vytváří kyselina siřičitá (H_2SO_3), která ve vysokých dávkách poškozuje zdraví. Přesto se bez kyseliny siřičité vinaři v moderním sklepním hospodářství neobejdou. Oxid siřičitý se prodává jako 100% SO_2 v tlakových láhvích. Při koncentraci 3 mg/m^3 je postřehnutelný a způsobuje dráždění sliznice. Při překročení hranice 50 mg/m^3 je životu nebezpečný. Na pracovišti by hodnota oxidu siřičitého neměla přesáhnout 5 mg/m^3 . Pracovníci, kteří s oxidem siřičitým pracují, musí mít obstarané povolení pro práci s jedy [4].

Oxid siřičitý je velice účinný v kyselém prostředí. Velmi dobře potlačuje růst mléčných a octových bakterií [5].

1.1.1 Vliv oxidu siřičitého na zdraví člověka

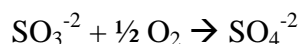
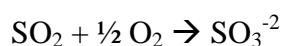
Oxid siřičitý je jedovatý a u některých skupin lidí může vyvolat alergické reakce, jako jsou bolesti hlavy, bolesti břicha a závratě. Pro výživu člověka je velice důležité omezit příjem oxidu siřičitého. Mezi hlavní zdroje SO_2 patří víno. Denní příjem oxidu siřičitého by neměl překročit 40 mg. Alergické reakce mohou být způsobené tím, že oxid siřičitý v organismu způsobuje degradaci sirných aminokyselin, což má za následek hromadění intermediárních produktů v krvi a játrech [6,7].

Vliv oxidu siřičitého na člověka je různý. Jedna skupina lidí snáší bez příznaku až 2 g SO_2 a druhá skupina negativně reaguje už na dávky, které se pohybují mezi 10-50 mg SO_2 . Předpokládá se, že dodaný sulfid reaguje v organismu se sirnými aminokyselinami a vyvolává vznik S-sulfosloučenin. Nejsou vyloučeny ani sekundární reakce, které ovlivňují rovnováhu v látkové výměně [8].

1.2 Použití oxidu siřičitého ve vinařství

Ve vinařství má použití oxidu siřičitého nepostradatelný význam, neboť působí ve víně jako stabilizační a konzervační prostředek. V běžném množství je ve víně zdravotně nezávadný [9].

Ve vinařství je oxid siřičitý důležitý při samotné technologii výroby vín. Oxid siřičitý zabezpečuje fyzikálně chemickou a chemickou stabilitu vína, při které se využívá jeho antioxidační a antimikrobiální účinek. Princip antioxidačního účinku oxidu siřičitého spočívá v tom, že je schopný vázat molekulový kyslík a tím tak zabraňovat chemickým i enzymovým oxidacím. To můžeme znázornit těmito rovnicemi:



Protialdehydický účinek spočívá ve schopnosti oxidu siřičitého vázat aldehyd, přičemž zároveň vzniká kyselina acetaldehydsiřičitá, která se projevuje jako sensoricky neaktivní. Volný acetaldehyd, který při vyšších koncentracích způsobuje ve víně zvětranou a štiplavou příchut', se tak eliminuje. Oxid siřičitý má schopnost bránit vzniku kyseliny octové z acetaldehydu, čímž se předchází nechtěným aromatickým změnám ve víně [1].

Největší výhody oxidu siřičitého ve víně: [10]

- při drcení odrůd hroznů napomáhá uvolnit specifické aroma.
- inhibuje enzymy hroznů, které přispívají k hnědnutí a oxidaci moštu.
- váže se a deaktivuje acetaldehyd, který může dát vínu nepříjemné aroma.
- potlačí mikroby, které způsobují kažení divokých kvasinek, a tak zajistí čisté kompletní kvašení.
- pomáhá udržet vínu jeho barvu. Červená vína jsou barevně temně fialová a u bílého vína udržuje jeho světle zlatou nebo zelenou barvu.
- reaguje s kyslíkem a neutralizuje ho během stáčení.
- ničí kyslík ze vzduchové bubliny, která byla ponechána ve víně při plnění. Vzduchové bubliny způsobují předčasné stárnutí vína.

Formy oxidu siřičitého ve víně

Oxid siřičitý, přidáván do rmutů, moštů a vín, má schopnost vázat se. Jen z malého množství zůstává zastoupen jako volný oxid siřičitý. Vína jsou vodné roztoky, se kterými oxid siřičitý reaguje a dochází ke vzniku kyseliny siřičité. Kyselina siřičitá se ve víně vyskytuje jako nedisociovaná H_2SO_3 , která se ve víně vyskytuje velmi málo, a jako často vyskytova-

ná disociovaná HSO_3^- a SO_3^{2-} . Konzervační a redukční účinek má volná část a vázaná kyselina siřičitá je ve víně neaktivní [3].

Antiseptické vlastnosti oxidu siřičitého jsou zejména výsledkem vlivu molekulového SO_2 . Na rozdíl od ostatních forem volného oxidu siřičitého je tento molekulový oxid siřičitý vůči kvasinkám asi pětsetkrát účinnější. Když se vezme víno, které bude mít hodnotu pH 3,0 – 4,0 tak se 94 – 98 % oxidu siřičitého vyskytuje ve formě siřičitanových (SO_3^{2-}) a hydrogensiřičitanových (HSO_3^-) iontů. Je zde i molekulové zastoupení, které je obsaženo minimálně a to pouze z 2 – 6 % [1].

Oxid siřičitý působí [9]

- antisepticky – potlačuje činnost mikroorganismů.
- antioxidačně – váže kyslík a tím zabraňuje oxidaci.
- antienzymaticky – zavedení oxidu siřičitého do vína způsobuje utlumení činnosti některých druhů negativních enzymů.

1.2.1 SO_2 jako antioxidant ve víně

Oxid siřičitý je redukční látka, která slouží k redukci mnoha látek obsažených ve víně s následkem zvýšení kvality a stability vína. Oxid siřičitý redukuje nejvíce s polyfenoly, tříslovinami a antokyanovými barvivy. Sloučeniny s aldehydy vytváří ve víně chuť a aroma vína. Dále slouží k udržení redukčního prostředí ve víně a v něm také zabraňuje vzniku stařiny. Oxid siřičitý usměrňuje rychlost kvašení a slouží ke snižování redoxního potenciálu, který vznikne při lisování plesnivého, či nahnílého hroznu. Nejvýznamnějším důvodem použití oxidu siřičitého je jeho schopnost ponechání vínu jeho původní chuťové vlastnosti. Oxid siřičitý ve víně může vznikat i samovolnou cestou při metabolismu vinných kvasinek rodu *Sacharomyces*, které redukují sulfát a sulfit. Jeho přidáním do moštů se zaručí, že mošt bude kvasit čistěji v důsledku inhibice činností bakterií. Kyselina siřičitá postihuje bakterie ve víně intenzivněji než kvasinky. Z pohledu zlepšování chuti vín, má vazba oxidu siřičitého s acetaldehydy rozhodující příčinu proč se dodnes nenahradil jinou látkou s redukčními schopnostmi [8].

1.2.2 Oxid siřičitý a jeho vaznost ve víně a moště

Oxid siřičitý nejčastěji váže karbonylové sloučeniny, jako jsou aldehydy a ketony. Při kvašení dochází ke vzniku acetaldehydu, který je meziproduktem kvašení. Acetaldehyd je sloučenina, která způsobuje změnu chutě a změnu aroma vína. Volný oxid siřičitý se váže i se složkami kyseliny pyrohroznové, 2-oxoglutarové a s dalšími oxokyselinami. Tyto oxokyseliny ve víně vznikají v průběhu kvašení moštu za přítomnosti malého množství thiaminu. Obsah těchto oxokyselin lze snížit přidávkem thiaminu do moštu před jeho kvašením [3].

1.2.3 Síření vína

Síření vína patří k osvědčené technologické metodě již dlouhou dobu. Síření napomáhá k tomu, aby mošty a mladá vína byla zdravá. Další pozitivní vlastností síření je schopnost v bránění vývoji různých škodlivých mikroorganismů ve víně. Oxid siřičitý se snadno okysličuje, tím redukčně působí na látky a chrání je před samotnou oxidací. Síření se aplikuje i u zdravých moštů, především jako prevence. K ponechání své dobré jakosti se víno pravidelně síří. Síření se dále používá pro záchranu jakostních vín, která byla postižena či ohrožena bakteriemi [11].

Sířením se předchází také ke vzniku zvětralé chuti vína, která je způsobena acetaldehydem. Oxid siřičitý se váže na acetaldehyd, a proto poté nezpůsobuje zvětralou chuť. Oxid siřičitý může napomáhat zpomalení procesu kvašení a částečně víno chránit před vznikem kvasničných zákalů. Barevné látky s oxidem siřičitým tvoří sloučeniny, které způsobují snížení intenzity barvy vína. Při kvašení dochází k rozkladu těchto sloučenin a intenzita barvy se znovu obnovuje [12].

Technika síření

K síření rmutů a vína se používá oxid siřičitý v různém skupenství a síří se několika způsoby. Síření se provádí spalováním tuhé síry, přidávkem disiřičitanu draselného a stlačeným kapalným nebo plynným SO_2 . Není povoleno přidávat do vína vodný roztok SO_2 , neboť by došlo ke zředění vína. Síření vína se řídí podle některých zásad. Rozlišuje se několik stupňů síření, které ovšem nejsou přesně vymezené a podle potřeby se mohou dávky oxidu siřičitého měnit. Síření moštů se provádí podle zdravotního stavu hroznu, z kterého se daný mošt získal. Zdravé mošty jsou sířeny slabě a mošty získané z hroznů napadených

hnilobou jsou sířeny středně až silně. Nejsilnější síření se provádí u moštů, které se budou přepravovat nebo odkalovat, a to dávkou 50 – 150 mg \cdot l⁻¹. Dávky oxidu siřičitého přidávaných do vína se určují podle zdravotního stavu a stáří vína. K síření mladých vín se může použít střední až silná dávka intenzity. Stará vína jsou sířena slabě, jelikož by se oxid siřičitý ve starém víně neměl na co vázat [3].

Rozeznáváme několik stupňů zasíření. Silné zasíření používáme jen v nutných případech a takto zasířené vína mají drsnou škrábavou chuť a výrazný pach po síře [11].

Tabulka 1 rozlišení stupně síření [3]

Síření	100% SO ₂ (g.h ⁻¹)	K ₂ S ₂ O ₅ (g.h ⁻¹)	Sírné řezy Přibližně (ks. Hl ⁻¹)	Uvolněný SO ₂ (mg.l ⁻¹)
Velmi slabé	1,5	3	1/3	15
Slabé	3,0	6	½	30
Střední	5,0	10	1	50
Silné	7,5	15	1,5	75
Velmi silné	10,0	20	2	100

1.2.4 Pod tlakem zkapalněný SO₂

Pod tlakem zkapalněný plyn oxidu siřičitého se uchovává v ocelových lahvích. V současnosti je tento způsob síření velice oblíben, neboť je s ním snadná manipulace. Jeho výhody jsou čistota a relativní levnost. Síření se provádí zavedením hadičky do sudu, kterou se odvádí zkapalněný oxid siřičitý přímo do moštu nebo vína. Množství spotřebovaného oxidu siřičitého se zjistí úbytkem hmotnosti ocelové láhve, která je umístěna na vahách [13].

Ocelové láhve, v kterých je obsažen zkapalněný oxid siřičitý, mají hmotnost 5, 10, 25 a 50 kg. Při uvolnění se oxid siřičitý stává plynem a rozpouští se ve víně [4].

Síření z ocelových lahví je výhodné tehdy, když se na ocelovou láhev přidá dávkovací zařízení. Dávkovací zařízení umožní lepší manipulaci a dávkování oxidu siřičitého. Dávky

budou přesné a snadno se budou aplikovat i ve velkokapacitních nádržích. Dávkovací zařízení obsahuje kalibrovací válec, do kterého je odměřeno přesné množství oxidu siřičitého, a ventil sloužící k vypuštění oxidu siřičitého do vína. Dávkovací zařízení se prodává i malovýrobcům vína, pro které jsou vyrobeny speciální ampulky s obsahem 25-100 g zkapalněného oxidu siřičitého [3].

1.2.5 Síření spalováním pevné síry

Tato metoda je považována za nejstarší. Vína se nepřímo síří tak, že se do sudů vloží spalovat plátek pevné síry a poté se do sudů stáčí víno. Na azbestových nebo papírových řezech je natavena síra, která se při spalování uvolní a naváže se s kyslíkem, tím vznikne oxid siřičitý. Při spálení 2 g síry vznikne teoreticky 2 g SO_2 . Víno absorbuje přibližně 40 % vzniklého oxidu siřičitého. Nevýhodou této metody je dávkování, které není přesné. Při dávkování pevné síry se neví, kolik oxidu siřičitého víno pohltní a jaké množství ze sudu unikne [12,8].

1.2.6 Disiřičitan draselný $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$

Disiřičitan draselný = pyrosiřičitan draselný = kalium pyrosulfit, je k dostání ve formě tabletek o váze 10 g nebo ve formě bílého prášku, který je cítit po oxidu siřičitém. Teoreticky je v jedné molekule $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ obsaženo 57,66 % oxidu siřičitého, který se v případě kyselého prostředí, jakým je víno nebo mošt, uvolní. Při použití se však uvolní pouze 50 % oxidu siřičitého. Přidáním $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ se víno částečně odkysluje, což je dáno reakcí disiřičitanu draselného s kyselinou vinnou, při které vznikne hydrogen-vínan draselný, který se vylučuje jako vinný kámen. K síření je možno použít také $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, pokud chce vinař zabránit uvolnění vinného kamene. Tento disiřičitan sodný vlivem působením kyselin uvolní ze své molekuly až 67 % oxidu siřičitého. S disiřičitanem sodným je možno sířit víno i před lahvováním, neboť sodná sůl kyseliny vinné je rozpustná ve víně a netvoří krystalky. Tím se zabrání nebezpečí vzniku krystalických zákalů. Síření disiřičitanem draselným nebo sodným je velice jednoduché. Vypočítané množství soli se přesně naváží a rozdrtí na jemný prášek. Tento prášek se rozpustí v menším množství vína a poté se celý obsah převede do sudu s vínem, kde se dokonale promíchá. Tento prášek je vhodný také k použití k síření rmutů před nakvašením, kdy se rmut tímto práškem posype. Draselná sůl je také vhodná k síření vína v plných sudech, neboť pak není nutno víno stáčet [3].

Disiřičitan draselný není dobré dlouhodobě skladovat, jelikož se během skladovací doby rozkládá a poté je neúčinný. Proto je vhodné koupit si takové množství, které se za sezónu spotřebuje. Skladuje se v suchu ve vzduchotěsných obalech a nádobách [14].

Nejznámější produkt disiřičitanu draselného je výrobek známý pod jménem KADIFIT, který splňuje současné platné zákony a předpisy. Tento výrobek se přidává přímo do rmutů, moštů a vín [15].

Při síření se musí vždy pamatovat na to, že se víno bude sířit několikrát, aby kyselina siřičitá působila v několika etapách vína. Proto se víno síří mírněji, aby nebyl překročen maximální obsah volné kyseliny siřičité ve finálním výrobku, který je normou povolen [11].

Výroba vína bez síry

V posledních letech probíhají výzkumy, které se zaměřují na snižování dávek oxidu siřičitého nebo dokonce jeho plného odstranění z technologie výroby vína. Při sterilizaci lahví bývá používán ozón, který nahradil oxid siřičitý a velmi se osvědčil. Bohužel použití ozónu v technologii výroby vína není vhodné. Je tedy pravděpodobné, že se v následujících letech bude oxid siřičitý ve víně stále vyskytovat [16].

Nadbytek oxidu siřičitého ve víně

Nadměrné množství oxidu siřičitého lze postřehnout čichem, kdy je aroma vína cítit po spalování koksu. Toto aroma přebije samotnou vůni vína, které by mělo být cítit po ovoci. Nadbytek se může také projevit pichlavým pocitem, který probíhá vzadu v nose nebo v krku. Ochutnávka takto přesířené vína může konzumenta přimět kýchat [17].

Přesířené víno a nadbytek oxidu siřičitého ve víně lze odstranit provzdušněním vína. Provzdušnění není vhodné u starších vín, neboť je při něm víno ochuzeno o buket a urychluje se u něj stárnutí. Přesířená starší vína se scelují s méně sířenými víny [7].

Maximální povolený obsah oxidu siřičitého

1. Celkový obsah oxidu siřičitého ve víně, s výjimkou šumivého a likérového vína, nesmí v okamžiku uvedení do oběhu za účelem přímé lidské spotřeby překročit tyto hodnoty:

- a) 160 miligramů na litr pro červené víno,
- b) 210 miligramů na litr pro bílé a růžové víno.

2. Odchylně od bodu 1 písm. a) a bodu 1 písm. b) se zvyšuje horní mez obsahu oxidu siřičitého ve vínech, které obsahují nejméně 5 miligramů na litr nebo více zbytkového cukru přepočteného jako cukr invertní na litr, na

a) 210 miligramů na litr pro červené víno a 260 miligramů na litr pro víno bílé a růžové;

b) 300 miligramů na litr

— pro vína, která mohou používat podle předpisů Společenství označení „pozdní sběr“,

— pro bílá jakostní vína s. o., pro která mohou být použita kontrolovaná označení původu Bordeaux supérieur, Gates de Vayres,..

— pro bílá jakostní vína s. o., pro která mohou být použita označení původu Allela, La Macha, ...

c) 350 miligramů na litr pro vína, pro která může být v souladu s předpisy Společenství použito označení „Auslese“ a pro bílá vína, která podle rumunských právních předpisů mohou používat označení „vin supérieur“ s označením původu: Murfatlar, Cotnari, ...

d) 400 miligramů na litr pro vína, pro která může být podle předpisů Společenství použito označení „Beerenauslese“ (výběr bobulí), „Trockenbeerenauslese“ (výběr rozinek) a „Eiswein“ (ledové víno), jakož i pro jakostní vína s. o., pro která může být použito označení původu Sauternes, Barsac, Cadillac,..

3. Jestliže je to nutné z důvodu povětrnostních podmínek, může být rozhodnuto, že v určitých vinařských zónách Společenství mohou dotčené členské státy povolit zvýšení celkového obsahu oxidu siřičitého uvedeného v tomto bodu nižšího než 300 miligramů na litr nejvýše o 40 miligramů na litr pro vína vyrobená na jejich území.

4. Členské státy mohou na vína vyrobená na jejich území použít přísnějších předpisů [18].

Množství oxidu siřičitého obsaženého ve víně, které se prodává v členských státech EU, je přísně regulováno předpisy EU. Vyšší množství oxidu siřičitého jsou povolena více pro bílá vína, než červená. Povolena množství pro sladká bílá vína jsou vyšší, než pro suchá bílá vína [17].

1.3 Použití oxidu siřičitého k síření výrobních zařízení

1.3.1 Síření sudů

Aby sudy byly zdravotně nezávadné, musí se pravidelně ošetřovat. Nejpoužívanější způsob konzervace sudů, je jejich síření. Vinař má dvě možnosti, jak sudy může sířit.

Suchá konzervace

Suchá konzervace je určena sudům, které budou prázdné jen krátkou dobu. Princip spočívá v každoměsíčním spalování sirných řezů v sudu. Množství síry v jednom řezu je 3 g a tím dodává 6 g oxidu siřičitého. Hoření sirného řezu by se mělo vyskytovat v dolní třetině sudu.

Tabulka 2 Doporučené dávky sirných řezů k síření sudů [4]

Sud do	Počet řezů
2 hl	1 řez
3-5 hl	2 řezy
6-12 hl	3-4 řezy
12-24 hl	5-6 řezů

K síření sudů je nutné, aby sud byl dokonale suchý. Dávky sirných řezů by měly být každý další měsíc poloviční, jak ten předchozí. Delší suchá konzervace způsobuje hromadění velkého množství kyseliny sírové v sudu. Sudy by se měly poté vyluhovat 0,2% roztokem sody a na závěr by se měly alespoň na jeden týden napustit vodou. Než se do sířených sudů napustí víno, je nutné je pořádně vypláchnout vodou.

Mokrý konzervace

Při mokré konzervaci sudů se používá vodný roztok oxidu siřičitého. Princip spočívá v tom, že je sud plný 0,05% vodným roztokem SO_2 . Konzervační roztok může být vyroben z kyseliny siřičité, pyrosulfitu draselného a plynného SO_2 .

Výhody mokré konzervace:

- víno plněné do vysířených sudů nemůže pojmout žádnou kyselinu sírovou.

- roztok má dlouhodobé účinky.
- možnost předejití vady vín, které by víno chytlo ze sudu.
- odstraní se vinný kámen, který je chuťově ve víně nežádoucí.
- sudy, ve kterých se nacházela červená vína, jsou dokonale vyběleny a poté se do nich může plnit i víno bílé [4].

1.3.2 Sírění sklepů a manipulačních prostorů

Sírění sklepů provádíme z důvodu výskytu mikroorganismů. Mikroorganismy se vyskytují především na podlaze, stěnách a na zařízeních vyskytujících se ve sklepech, jako jsou hadice, čerpadla a další pomocná zařízení. K zabránění rozmnožování mikroorganismů nestačí běžné čištění, ale je třeba sklep vydezinfikovat. Jako dezinfekční prostředek se nejčastěji používá oxid siřičitý ve formě 2% vodného roztoku nebo se používá plynný oxid siřičitý. Sírění sklepů se provádí před každou velkou manipulací vína či každé dva až tři týdny podle stupně kontaminace [3].

1.3.3 Sterilizace láhví

Sterilizace probíhá jen u recyklovaných nebo nových láhví, u kterých je poškozen obal. Jelikož je nutné, aby víno nepřišlo do styku s mikroorganismy, tak je plněno do sterilních láhví. Ke sterilizaci se používají prostředky oxidu siřičitého, který je ve formě 2% roztoku nebo plynu. Dále je možno ke sterilizaci láhví použít peroxid vodíku, kyselinu peroctovou, ozón a horké páry. Sterilizace se provádí vystřikováním nebo ponořením láhve do lázně. Účinnost sterilizace oxidu siřičitého závisí na jeho koncentraci a u ostatních prostředků na době kontaktu [4].

1.4 Sirný metabolismus kvasinek

K dobrému růstu a metabolismu kvasinek slouží sirné aminokyseliny, jako jsou cystein, metionin a glutation. Pokud kvasinka nemá dostatek těchto sirných aminokyselin, musí si je sama syntetizovat z anorganických sirných komplexů. Hroznový mošt obsahuje nedostatek sirných organických sloučenin, a proto dochází k syntéze z anorganických zdrojů. Většina kvasinek zužitkuje síru ve formě síranů, které jsou pomocí enzymů redukovány na sulfidy. Sulfidy jsou později prekurzory dalších sirných sloučenin. K důležitému kroku v

metabolismu sirných sloučenin patří zabudování sulfidů do struktury aminokyselinových prekurzorů O-acetylserinu a O-acetylhomoserinu. Tyto dusíkaté látky jsou schopné vázat sulfidy. Díky tomuto zabudování vznikají později aminokyseliny cystein a homocystein, který je dále transformován na metionin. Pro technologii vína je důležité, že sulfid vázaný ve zmíněných aminokyselinách se podílí na vzniku dalších látek. Pokud by v kvasince chyběly aminokyselinové prekurzory, došlo by k uvolnění sulfanu do prostředí vína, jelikož by se sulfidy neměly na co navázat. Sirný metabolismus kvasinek je spojený s metabolismem dusíkatých látek. Pokud kvasinky dlouhodobě nevyužívají dusík, dochází k jejich odumírání a proteiny v nich obsažené degradují. U aminokyselin dochází k uvolnění síry ve formě sirovodíku [1].

1.4.1 Příklad' vína po sirovodíku, vznik sirky

Přítomnost sirovodíku má negativní vlastnosti na kvasinky. Koncentrace 0,3 mg/l sirovodíku zpomaluje dýchání kvasinek a při koncentraci 300 mg/l sirovodíku má za následek zastavení kvašení v hroznovém víně. Je známo, že kvasinky v přítomnosti elementární síry mají schopnost v procesu kvašení tvořit sirovodík, který může vznikat enzymatickou i neenzymatickou reakcí. Enzymaticky vzniká sirovodík při složitých dějích sirného metabolismu kvasinek. Neenzymaticky vzniká při reakci síry s glutationem v kvasinkách. Vyšší obsah sirovodíku se nachází v takových kvasinkách, které rychleji kvasí a způsobují snížení redoxního potenciálu [7].

Síru získávají kvasinky z elementární síry, která bývá používána na ochranu vinné révy. Během bouřlivého kvašení je tvorba sirovodíku nejintenzivnější, neboť je redukční schopnost kvasinek maximální. S končícím procesem kvašení se produkce sirovodíku zmenšuje, až úplně zanikne [8].

1.5 Vinná réva a síra

Všechny rostliny, tedy i již zmíněná vinná réva (*Vitis vinifera*), přijímají síru v anorganické formě. Kořeny v půdě přijímají síru ve formě síranových aniontů, listy je síra přijímaná ze vzduchu jako oxid siřičitý a z přípravků na ochranu rostlin je síra přijímaná v podobě síranů a elementární síry. Chloróza listů, tedy celkové nezdravé žloutnutí listů a veškerých zelených částí rostliny, je způsobena deficitem sirných sloučenin ve výživě rostlin. Na listech se objevují výrazné skvrny, tvoří se lézy, pletivo nekrotizuje, dochází ke kroucení listů

a ztrátě jejich pevnosti, což vede k jejich opadu. Ty rostliny, které mají vysoký deficit síry, jsou nekvalitní, nekvetou a nepřinášejí žádnou úrodu. Aby hrozen obsahoval dostatek sírných sloučenin pro další působení kvasinek, musí se vinné révě zajistit dostatečný přísun anorganické síry. Správné hnojení, časté postřiky a vzduch s výtažky síry způsobuje, že vinné révě nehrozí nedostatek sírných látek. Hromadění síry, zejména emisemi zatížených oblastí, vede k jejímu relativnímu hromadění a dále ke snižování odolnosti vinné révy vůči jiným chorobám. V hroznovém moště se síra nachází zejména v podobě síranů a siřičitanů. V menším množství je vázaná v proteinech, peptidech a v některých vitamínech. Dostatečné množství asimilované síry v hroznech vinné révy je důležitým faktorem pro výrobu kvalitního vína a zajištění dostatečné funkce kvasinek při kvašení. Pro dokonalý průběh fermentace je doporučena optimální koncentrace síry 10 mg l^{-1} [1].

2 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA

Historie

K prvním pokusům výroby vína došlo podle některých archeologů již asi 10 000 před naším letopočtem, tedy v éře mezolitické [11]. Máme i vědecký základ, že člověk v době kamenné sbíral plody plané vinné révy. Nálezy v Iránu, Afgánistánu a ve východní Číně se zjistilo, že už před šesti tisíci lety se zde pěstovala vinná réva. Mezi prokazatelné důkazy můžeme zařadit výpravu archeologů v Íránu, konanou v polovině 20. století, která objevila nádobu ve tvaru džbánů s úzkým hrdlem, v které se nacházela usazenina nažloutlé barvy. Tato nádoba byla prokazatelně vyrobena v letech 5400 a 5000 před naším letopočtem. Proto se tato usazenina analyzovala, a bylo zjištěno, že obsahuje kyselinu vinnou, která bývá obsažena ve vinných hroznech, a terebintovou pryskyřici, jíž se užívalo ke konzervaci vína už ve starověku až po éru Římanů. Dále se vinařství rozšířilo na vysokou úroveň ve staré Asýrii, Babylónii a Egyptě, ale to už bylo v letech 3500 před naším letopočtem [19].

Prokazatelná historie vinařství v České republice sahá do 9. a 10. století, tedy vrcholného období Velkomoravské říše [20]. S příchodem křesťanství bylo ovlivněno i vinařství na našem území. Došlo k rozšíření vinic a vinogradů. První písemná zmínka o vinicích na Moravě pochází z roku 1101 a je obsažena v zakládací listině benediktýnského kláštera v Třebíči, v kterém se nacházelo několik vinic. Další zakládání vinic na Moravě bylo způsobeno klášterní komunitou, která sama šířila vinařství [19].

Obecná charakteristika vína

Víno je zkvašená ovocná šťáva, která spočívá v přeměně cukrů působením kvasinek v alkohol. Víno lze vyrábět ze spousty různých druhů ovoce – mohou to být jablka, granátová jablka, ale mezi nejrozšířenější patří víno vyrobené z hroznů, tedy vinné révy [21].

Z celosvětové produkce vinné révy, která je přibližně 65 milionů tun, se použije na výrobu vína asi 85%. Nevíce zastoupené jsou odrůdy bílé vinné révy, z kterých se vyrábí vína odrůdová, výběrová, značková a typová [22].

Víno své vlastnosti získává z biochemických reakcí, které probíhají při zrání v bobulích hroznů u jednotlivých odrůd vinné révy a trvají i při kvašení moštu, ale i během jeho vývoje a zrání ve sklepech či lahvích. Tady dochází k určení jakosti vína, neboť se mění původní odrůdové aroma v ležácký buket [12].

Kvalitu finálního výrobku vína ovlivňují především tyto faktory: odrůda pěstované vinné révy, podnebí a půda při pěstování vinné révy, znalosti a dovednost vinaře [21].

Rozdělení révových odrůd a vín

Výroba révového vína spočívá částečným nebo úplným zkvašením moštu či rmutu zhotoveného z hroznů vinné révy. V dnešní době je známo tisíce druhů odrůd, ale v praxi se využívá jen několik set. Jsou dvě hlavní skupiny odrůd odlišující se využitím. První skupinou jsou stolní odrůdy, které mají příznivý sensorický charakter a obsahují cenné nutriční složky, včetně vitamínů. Jsou určeny hlavně pro přímý konzum jako ovoce a jen v malém množství se používají k výrobě révových vín. Druhou skupinou jsou moštové odrůdy, které jsou hlavní surovinou k výrobě révových vín. Zralé hrozny mají různé zbarvení. Mohou mít červené, modré a různé odstíny zelené barvy [2].

Tabulka 3 Nejvýznamnější moštové odrůdy pěstované v České republice [23]

Odrůdy pro výrobu bílých vín		Odrůdy pro výrobu červených vín
Aurelius	Rulandské šedé	Alibernet
Chardonnay	Ryzlink rýnský	André
Irsay Oliver	Ryzlink vlašský	Cabernet Sauvignon
Muškat moravský	Sauvignon	Frankovka
Muškat Ottonel	Sylvánské zelené	Neronet
Müller-Thurgau	Veltlínské červené rané	Portugalské modré
Neburské	Veltlínské zelené	Rulandské modré
Pálava	Tramín červený	Svatovavřínecké
Rulandské bílé		Zweigeltrebe

Vinná réva



Obrázek 2 vinná réva [24]

Je více druhů vinné révy, ale mezi nejznámější u nás patří tzv. réva evropská (*Vitis vinifera*), která je jediným evropským druhem. Je příbuzná s révou *Vitis silvestris*, která roste divoce v západní Asii. Réva evropská je geneticky plastická a díky této vlastnosti vzniká mnoho jejích odrůd cílevědomým šlechtěním nebo mutací, které se mohou adaptovat na nejrůznější půdní i klimatické podmínky [12].

Réva evropská je zařazena do rostlin popínavých a vyznačuje se mohutným kořenovým systémem s dřevnatou stonkou. Je to rostlina teplomilná a je citlivá vůči mrazům. Pěstuje se na obou polokoulích mezi 28° a 50° severní šíře a mezi 30° až 40° jižní šíře na jižní polokouli. Má ráda hodně slunce a tepla, ale ne příliš horké podnebí [11].

Části vinné révy:

Vinnou révu dělíme na dvě části. První část se nazývá podzemní, v které se nachází kořenový kmen a kořeny. Délka kořenového kmene se pohybuje od 0,3-0,6 metrů. Z kořenového kmene rostou kořeny a ty rozlišujeme na kořeny hlavní, boční a povrchové. Druhá část se nazývá nadzemní, která je tvořena starým dřevem, dvouročním dřevem, jednorročním

dřevem rodivým a nerodivým, pupenem. Staré dřevo je nadzemní část vinné révy, která je starší více jak dva roky. Je pokryto suchou a odumřelou kůrou, která poskytuje úkryt škůdcům vinné révy proto by se při ořezu vinné révy měla odstraňovat. Ze starého dřeva roste dvouroční dřevo, které tvoří spojovací část mezi jednoročním a starým dřevem. Jednoroční dřevo máme rodivé (vyrůstá z dvouročního dřeva) a nerodivé, které vyrůstá ze starého dřeva. Na tomto dřevě se nachází kůra, úponky, uzly a články. Za nejmladší část vinné révy je považován letorost, který roste z pupenců a nese listy, úponky a květy [7].

Technologie výroby vína

V průběhu letité výroby vína se vyvinula řada technologických postupů, které byly ovlivněny lokalitou, druhem pěstovaných odrůd, technickými možnostmi, společenskými tradicemi a zvyklostmi. Výrobní technologie se v mnoha případech liší a díky různé technologii máme možnost výroby široké palety různých druhů a značek vín. Princip zpracování vinné révy na víno vychází z technologie dvou základních, tj. bílé a červené víno, které se liší výrobou v počáteční fázi [23].

2.1 Sběr hroznů

Sběr hroznů je důležitým faktorem pro výrobu vína. Je nutno určit správnou dobu, kdy se vinná réva bude sklízet a to nejen za normálních klimatických podmínek. Musí se brát ohled i na deštivé počasí, které by mohlo způsobit hnití bobulí, a tím by nastaly velké ztráty. Čas sběru hroznů vinné révy nám určuje několik faktorů, přičemž za nejdůležitější se považuje konzumní a technologická zralost hroznu. Zralost je určena podle fyziologických vlastností střapce. Střapina je suchá až dřevnatá, bobule mají přirozenou a zdravou barvu, jsou měkké, slupka je tenká, průsvitná a měkká. Bobule jdou lehce odtrhnout od stopky. Sklizeň hroznů vinné révy probíhá nejčastěji na konci září, kdy už jsou bobule zralé. Sklizeň je možno prodloužit až na počátek listopadu, protože při předpokladu, že bude suché a teplé počasí se nám kvalita hroznu zvýší. Naopak hrozny by se neměly sklízet za příliš chladného počasí (mimo hroznů na výrobu ledového vína) nebo za deště. To by způsobilo, že by se chladný mošt pomalu rozkvašoval a kvasil. U hroznů, které by byly sbírány za deště by bylo způsobeno, že by mošt byl zředěn vodou, která by ulpěla na bobulích [12,7].

Způsoby provádění sklizně

Ruční sklizeň

Pro sběr hroznů se nejčastěji používají a jsou i nejvhodnější vědra vyrobená z plastů o obsahu 15 l nebo smaltové džbery. Před samotným sběrem musíme sběrné nádoby důkladně vyčistit a vymýt. Při odnášení se používají putny na záda s popruhy, které jsou vyrobeny ze dřeva nebo sklolaminátu o obsahu 25-30 l. K odvezení hroznu se používají dřevěné škopky nebo plastové bedny, které mají výhodu v tom, že jsou hygienické, skladovatelné a snadno se omývají. Hrozny za žádné okolnosti nesmí přijít do styku se železem. Proto se za nevhodné nádoby považují: plechové, měděné a pozinkované [25].

Mechanizovaná sklizeň

Na mechanizovanou sklizeň přechází stále více podniků v důsledku stoupajících mzdových nákladů a stále lepší kvality strojů. Výhody mechanické sklizně jsou především v její rychlosti, která se sníží asi na 3-4 hodiny při sběru na jednom hektaru. Odpadají také problémy s pracovníky a snižují se náklady na sklizeň. K oddělení bobulí se používá systém vibrace plastové tyče v zóně hroznů v horizontálním směru. Tím je způsobeno, že se spustí vibrace celého keře. Listy a třapiny jsou odstraněny proudem vzduchu, který vychází z ventilátoru. Při správném nastavení kmitočtu vibrací a pracovní rychlosti sklizně, lze kvalitu sklizně srovnat s ruční sklizní. Abychom mohli používat mechanizovanou sklizeň, tak je nutné mít k tomu správně připravenou vinici s opěrnými konstrukcemi a řezy [4].

2.2 Příjem hroznů

Sklizené hrozny jsou odváženy do zpracovatelských závodů k příjemce hroznů. Převáží se v různých obalech, jako jsou například přepravky, nákladní vozy, kádě a sudy. Dále se musí určit hmotnost, která se měří na automatických vahách, poloautomatických vahách nebo na tzv. mostových vahách, jejichž princip je založen na hmotnosti povozu s hrozny a poté hmotnosti prázdného povozu. Při přejímce se určuje také průměrná cukernatost, která se měří pomocí speciálního moštoměru, a jakost podle zdravotního stavu, odrůdy a obsahu cukru [23].

2.3 Práce před lisováním

2.3.1 Drcení a odzrňování

Obrané hrozny je nutno zpracovat hned v den jejich sběru, abychom zabránili případnému zapaření při skladování nebo přemnožení mikroflóry. [7] Drcení bobulí se provádí ve speciálních mlýncích, aby bylo usnadněno později vlastní lisování. Rozdrcené bobule nazýváme rmut. Musíme si dát pozor, abychom nerozdrtili také třapiny od bobulí, které by způsobily přechod chlorofylu a tříslovin do moštu. Tyto složky by měly za následek zhoršení kvality budoucího vína projevující se nepříjemnou tvrdou, trpkou a travnatou příchutí [11,25].

Při zpracování je důležité surovinu odzrnit v perforovaném válci opatřeném lopatkami. Odzrnění se provádí v odzrňovačích, které jsou často spojené s mlýnkem. Při této kombinaci dochází současně k mletí i odzrnění [22,3].

2.3.2 Cedění rmutu

U některých zásobníků je možno rmut před lisováním přecedit. Ceděním se objem rmutu zmenší o 40 – 60 %, čím se podstatně urychlí lisování. Přeceděný mošt se nazývá samotok. V dnešní době se rmut skoro necedí, je dopravován čerpadly přímo do lisu, v kterých se před vlastním lisováním částečně scedí přes perforovaný koš lisu [3].

2.3.3 Naležení rmutu

Ponechání rmutu v nádobě před lisováním umožňuje:

- Vyluhování látek obsažených ve rmutu. Tímto procesem se zvýší obsah extraktu, buketních látek a barviv. Vzniká dokonce i více živin pro kvasinky v moštu (např. mastné kyseliny)
- Odbourání pektinů pomocí enzymů, které jsou obsaženy v bobulích hroznů.

Rmuty se nechávají v zásobníku odležet 1 – 2 dny. Rmut musí být zdravý a sířený. Síří se pyrosiřičitanem draselným v dávce 3 – 5 g.hl⁻¹. Nesmí se louhovat hrozny, které jsou nahnilé nebo jsou poškozené mrazem. Při teplém počasí je třeba dodržovat krátkou dobu louhování, aby bylo zabráněno nakvašení. Delší vyluhování hroznů s načervenalou slupkou má za následek silnější intenzity barvy a zvýšení aroma vína [4,3].

2.3.4 Nakvášení rmutů

Rmut z bílých nearomatizovaných odrůd se nenakváší. Nakvášení rmutu u červeného vína je nutné, neboť díky tomuto procesu vzniká červené zbarvení vína. Při nakvášení rmutu z modrých odrůd se stává, že se pevné částice spojují a vytváří tzv. „klobouk“, který je nadnášen a nachází se v přítomnosti vzduchu. Vyčnívající „klobouk“ nad hladinou rmutu má však sklon k oxidaci a je napadán mikroorganismy. Proto je nutné ho stále ponořovat do rmutu [11].

2.4 Lisování

Na počátku 20. století byly původní kládové a jařmové lisy zaměněny za výkonnější rýnské lisy, lisy s hydraulickou hlavicí a ve větších závodech se zaváděly lisy na spodní nebo svrchní tlak. Všechny tyto lisy produkovaly samotok, který vytékal ze rmutu bez lisování, a mošt z prvního a druhého lisování. Pokud se v té době chtělo vyrobit méně kvalitní víno, tak byl použit mošt ze třetího lisování. Pro třetí lisování se používaly tzv. šnekové kontinuální lisy, které však matoliny drtily. Do moštu přecházelo z rozdrčených slupek velké množství látek, které zhoršovaly kvalitu vína. V dnešní době se používají lisy především moderní hydraulické a pneumatické lisy [12].

Pro výrobu bílého vína byly postupně použity membránové lisy u vinic na Kanárských ostrovech. Použití těchto vínových lisů kladou požadavky na znalosti podmínek, které ovlivňují výnos a kvalitu finálního výrobku. Výrobek musí být vysoce kvalitní a to znamená, že musí obsahovat minimální extrakci fenolů (pokud je to nezbytné pro konkrétní druh vína). Musí mít minimální zákal a měl by být vyroben v krátkém lisovacím čase [26].

Lisování drti či scezeného rmutu by se mělo provádět ihned po naležení. Princip lisování spočívá v tom, že se mošt oddělí od tuhých částí rmutu. Intenzita lisování je ovlivněna hned několika faktory, jako jsou: konstrukce lisu, mechanické vlastnosti rmutu, použitý tlak atd.. Samozřejmě má vliv i samotný rmut, tedy jestli je odzrněný nebo není. Rychlost lisování ovlivňuje typ lisu, způsob lisování a ošetření rmutu před samotným lisování. Při dobrém zpracování je nutno dodržovat zásadu, že všechny hrozny, které byly téhož dne sesbírány by měly být ve stejný den i zpracované. Hroznové víno by se nemělo nikdy nechávat dlouho ležet ve vlečkách, v násypkách a kádích. Při porušení této zásady můžou

nastat nežádoucí změny, jako je zapaření, octovatění a okysličení. Tyto změny by znehodnotily finální výrobek vína [25,3].

Samotok je bohatý na cukr a kyseliny. Mošty získané z prvního a druhého lisování jsou méně bohaté na cukry a kyseliny, ale naproti tomu mají více extrakčních látek. Dohromady všechny tyto látky ve správných proporcích jsou pro chuť vína důležité. Jestliže obsahují mošty z druhého, ale především mošty z třetího lisování mnoho tříslovin, tak jsou někdy oddělovány a nespojují se s moštem ze samotoku prvního, popřípadě druhého lisování [11].

Scezený samotok z rmutu tvoří:

- s dalším podílem, který odtéká bez lisování asi 60 %.
- výsledek prvního lisování asi 26 %.
- výsledek druhého lisování 10 %.
- výsledek třetího lisování 4 %.

Důležitou úlohou při lisování hroznového vína je odrůda vinné révy a stupeň její zralosti. Na začátku lisování uniká z lisovacího stroje vzduch a tuhá fáze se shlukuje. Při zvýšení tlaku nastává zmenšení objemu a odtoku kapalné fáze. Lisovaný mošt prochází póry tuhé fáze a odtéká otvory lisu. Na začátku lisování by se měl zvolit nižší tlak, protože v případě lisování za zvýšeného tlaku by došlo k snížení výkonu lisů. Poté se tlak postupně zvyšuje a podle druhu lisů i postupných intervalů přerušuje. Tímto postupem se dosáhne, že odtok moštu bude rovnoměrný a lisování proběhne rychleji a důkladněji [7].

Druhy lisů

Druhy lisů rozdělujeme podle způsobu jejich lisování na:

- Mechanické
- Hydraulické
- Pneumatické

Na mechanickém způsobu lisování nám fungují lisy s dřevěným košem. Šťáva z hroznů se uvolňuje postupným utahováním lisu. Mají ale jednu nevýhodu a to tu, že při utahování se neodhadne síla, když se chce z hroznů vymačkat co nejvíce šťávy. Tím se mohou uvolnit i negativní látky ze zbytku třápin a zkazit chuť finálního vína [27].

O trochu výkonnější jsou lisy hydraulické, které jsou konstruovány z poznatku o spojených nádobách, o nestlačitelnosti tlaku a o šíření tlaku v kapalinách na všechny strany. Jsou zde řazeny šroubové lisy vřetenové s hydraulickou hlavicí a lisy kolenové. Lisy kolenové jsou jednokošové nebo dvoukošové. Podle umístění osy koše se rozdělují hydraulické lisy na vertikální a horizontální [25].

Mezi nejmodernější lisy patří pneumatické lisy. Tyto lisy jsou složeny z horizontálního roštu tvořeného z nerezové ocele. Lis je zpevněn ocelovými obručemi. Uprostřed koše je umístěn nafukovací gumový válec, který plní úlohu tlaku. Tlakem vzduchu se gumový válec roztahuje a na stěny koše tlačí rmut. Poté mošt odtéká do sběrné nádoby umístěné pod otáčejícím košem. Kvalita moštu je velmi dobrá, neboť vylisovaný mošt není poškozen [3,4].

2.5 Úprava hroznového moštu

2.5.1 Odkalování moštu

Odkalování moštu je důležité, abychom z vylisovaného moštu odstranili složky a příměsi, které by nám způsobily vznik zákalu. Bývají to nejčastěji úlomky slupek, zbytky nevyvinutých semen, půdní částice, prach a nahnílá dřevina. Tyto složky a příměsi by nám způsobily přenos mnoha škodlivých mikroorganismů a enzymů. Odkalování se může provádět několika způsoby. Mošt lze filtrovat v naplavovacích filtrech a vakuových filtrech. Jelikož je tato metoda finančně nákladná, tak se ve velkovýrobě objevuje jen výjimečně. Další metoda na princip nenáročná je statické odkalování. Tato metoda je výhodná jen v nádobkách do 100 hl, protože je zdlouhavá a v případě, že nám mošt začne kvasit je neúčinná. Při statickém odkalování nám dochází k sedimentaci těžkých částic ke dnu nádoby. Rychlost sedimentace se může urychlit použitím SO_2 v množství 100 – 150 mg.l^{-1} . Mošt se může odkalovat pomocí odstředění, které je až 1000krát rychlejší, ale bohužel zase i méně kvalitní. Tato metoda je plně automatická a její výsledky jsou uspokojivé [8].

2.5.2 Provzdušnění

Provzdušnění podporuje dobré množení a činnost kvasinek, což má za následek začátek kvašení. Provádí se u zdravých moštů skladovaných v nerozpustných nádržích a tancích [23].

2.5.3 Síření

Tento proces je u vína velice důležitý, neboť potlačí nežádoucí činnost bakterií a kvasinek. Oxid siřičitý je redukční činidlo, které chrání víno před oxidací, neboť váže molekuly kyslíku ve víně [12].

2.5.4 Úprava cukernatosti

Úprava cukernatosti se provádí v případě nepříznivých klimatických podmínek, kdy hrozny vinné révy nevyzrají. Vzniklý mošt nemá takovou cukernatost, jakou požaduje norma. Při doslazování moštu se musí dbát na to, aby jeho cukernatost odpovídala předepsanému obsahu alkoholu ve víně [11].

Metody úpravy cukernatosti:

- zahuštěným moštem: podle druhu zahuštěného moštu nám dochází ke změně kvality moštu, proto se musí zahušťovat kvalitními odkalenými mošty. Tato metoda je kvalitnější, než když se přislazuje přidavkem sacharosy.
- přidavkem sacharosy: přislazování moštů se provádí ihned po odkalování. V případě neodkalení moštů se cukr přidává ihned po lisování [8].

2.5.5 Úprava kyselosti

Úprava kyselosti se provádí u moštu, u kterého se díky nepříznivému vegetačnímu období nachází vyšší obsah kyselin a malý obsah cukru. Mošty se odkyselují nejčastěji přidavkem chemicky čistým uhličitanem vápenatým, který způsobuje odstranění pouze kyseliny vinné. Tento proces se může znázornit pomocí této rovnice: $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{CaCO}_3 = \text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Na snížení 1g.l^{-1} kyseliny vinné ve sto litrech moštu je třeba přidat 67 g CaCO_3 . Uhličitanem vápenatým neodstraníme ostatní kyseliny, jako jsou: kyselina jablečná, octová a mléčná [3].

Mezi přednosti odkyselování patří především, že se nepatrně ovlivní chuť při včasném provedení. Je zde také podporováno biologické odbourávání kyselin a nedochází k časovým ztrátám. Naopak mezi nedostatky patří, že se zvýší mikrobiologické riziko vadných tónů a může dojít ke změně barvy u červených vín. Mošty by se měly odkyselovat

maximálně na 9-10 g.l⁻¹. Pro odkyselování používáme: uhličitan vápenatý, hydrogenuhličitan draselný a uhličitan vápenatý s malým množstvím podvojně vápenaté soli kyseliny jablečné a vinné [4].

2.5.6 Plnění moštů do kvasných nádob

Plnění moštů do nádob probíhá po všech potřebných úpravách, aby vzniklo co nejkvalitnější víno. Pro kvašení menšího množství moštu jsou používány skleněné demižony o různém obsahu. Větší množství se nechá kvasit v sudech nebo jiných kvasných nádobách. Při plnění moštů do kvasných nádob se dává pozor, aby bílé mošty kvasily v sudech od bílého vína a červené mošty dokvasily v sudech od červeného vína. Prázdné nádoby jsou před plněním důkladně zkontrolovány, propláchnuté a zasířené. Kvasné nádoby se plní přibližně do ¾ jejich obsahu. Bílý mošt způsobuje, že při kvašení začne pěnit a zvětšuje svůj objem. Naopak mošt z modrých hroznů se plní do sudů skoro až po zátku. Po naplnění jsou sudy po povrchu otřené, aby se zabránilo tvorbě octových bakterií. Nakonec je sud uzavřen kvasným uzávěrem [25].

2.6 Kvašení moštů

Kvašení moštů je způsobeno působením enzymů v kvasinkách, které přeměňují cukr v moštu na alkohol a oxid uhličitý. Přírodní kvasinky dodávají vínu část svého charakteru. Kvasinky, které jsou šlechtěné mohou zajistit vyšší spolehlivost [28].

Kvašení moštů lze znázornit i touto Gay-Lussacovou rovnicí: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$. U této reakce se zároveň uvolňuje i tepelná energie [7].

Při prokvašení cukru vzniká vedle oxidu uhličitého a alkoholu taky charakteristické kvasné aroma, za které jsou odpovědné kvasinky. Kvasinky jsou jednobuněčné houby, které mají rozdílné tvary buněk a rozdílné množení [4].

Nejčastější kvasinky používané ve vinařství jsou: *Saccharomyces vini*, *Saccharomyces oviformis*. Z divokých kvasinek je to *Kloekera apiculata*, která způsobuje vznik malého obsahu alkoholu a spousty esterů. V kvasícím moštu se spolu s kvasinkami vyskytují i jiné mikroorganismy, které tvoří sloučeniny podílející se na tvorbě aromatických a chuťových látek. Můžou se zde řadit: estery, aldehydy a také nežádoucí sloučeniny kyseliny octové, mléčné a máselné [12].

Na kvašení má velký vliv množství cukru obsažené v moštu, ale také i jeho teplota. Neji-deálnější teplotní rozmezí pro aktivitu a množení kvasinek je 18 – 22 °C. Teplota ve sklepě by měla být v rozmezí 15 – 16 °C, při které mošt dobře a rovnoměrně kvasí. Nedoporučuje se teplota vyšší jak 20 °C, neboť by docházelo k rychlému prokvášení moštu a k ztrátám buketu i alkoholu. Vhodnou teplotu při kvašení udržujeme pomocí chlazení nebo přehřívání moštu. Dalším důležitým faktorem při kvašení moštu je jeho čistota. Přesto, že kalné mošty kvasí rychleji než odkalené, tak se doporučuje mošty odkalovat, neboť vzniklé víno má lepší barvu i chuť [25].

Kvašení moštů řadíme do tří fází. První fáze je začátek kvašení, u kterého dochází k pozvolnému množení kvasinek a pomalému prokvášení cukrů. Tato fáze trvá po dobu 2 – 3 dnů. Druhá fáze je bouřlivé kvašení, které probíhá 3 – 4 den a projevuje se vývinem tepla. U této fáze by se měla regulovat teplota na 15 – 18 °C a u chladnomilných druhů kvasinek na 10 – 12 °C. Toto kvašení trvá několik dnů až týdnů. Víno bude kvalitnější, pokud se bude mošt kvasit delší dobu a v nižších teplotách. Mezi poslední a závěrečnou fází řadíme dokvašování. Tato fáze nastává po poklesu obsahu cukru na 2 – 5 g/l a délka jejího trvání je 1 – 2 měsíce, ale někdy je to i půl roku. Zde dochází k postupnému omezování činnosti kvasinek, až po jejich úplnou nečinnost. Po ukončení kvašení a zastavení tvorby oxidu uhličitého dochází k sedimentaci kvasinek a kalů na dno tanku [23].

2.7 Stáčení

Pro určení vhodné doby stáčení se provádí některé zkoušky vína. První takovou zkouškou je stanovení obsahu nepřekvašeného cukru. Pokud víno obsahuje stále mnoho nezkvašeného cukru, tak ho ponecháme v kvasném tanku. Obsah cukru se zjistí chemickou analýzou. Další zkouška je zaměřená na obsah kyselin. Pokud se zjistí, že se kyseliny odbourali na požadované množství, tak je víno možno stáčet. Při vyšším obsahu kyselin se nechá víno opět dále kvasit. Stanovení obsahu kyselin zjistíme chemickou titrační metodou. Důležité je také zjistit, zda se víno může stáčet za přístupu vzduchu, či bez jeho přístupu. Proto se provádí zkouška na hnědnutí vína. Tuto zkoušku nejjednodušeji vinař provede tak, že si ze sudu odlije do sklenice vzorek vína a ten nechá volně stát na sudě po dobu jednoho až dvou dnů. Pokud si víno udrží ve sklenici svou přirozenou barvu, tak se stáčení může provádět za přístupu vzduchu. Nastane-li zhnědnutí vína ve sklenici, tak se víno musí trochu zasířit a poté stáčet bez přístupu vzduchu [3].

Po ukončení kvašení moštu je nutné oddělit usazené kvasinky a kaly od samotného vína. To se provede stočením vína do jiné zasířené nádoby, takže kvasinky zůstanou v původní nádobě a víno zteče do jiné. Ideální doba prvního stáčení není určena, ale pohybuje se od prvního týdne až po třetí měsíc od ukončení kvašení. Po stočení je sud uzavřen kvasnou zátkou [14].

Po prvním stočení není víno ještě čisté. Vlivem přístupu vzduchu u prvního stáčení vznikne u stočeného vína nová koagulace. Vytváří se nová usazenina jemných nerozpustných bílkovinných a jiných částic. Proto je nutné druhé stáčení, které se provádí o 6-10 týdnů po prvním stáčení. Hroznové víno by mělo být v době druhého stáčení vyzrálé a jeho senzorycké i analytické vlastnosti by se měly podobat finálnímu výrobku vína. Víno je plněno do čistých nádob, nejlépe už skleněných. Vinný sklep se před stáčením vína zasíří a po stočení se sklep nechá vyvětrat. Nakonec se nádoby po naplnění utřou suchým hadrem. Víno se po druhém stočení nechá v klidu ležet a dozrávat [7,11].

2.8 Školení vína

2.8.1 Čiření vína

Čiření vína pomocí čířících prostředků se provádí z několika důvodů. Čířící prostředky mohou pomoci uchovat víno stabilní i po dobu skladování při různých teplotách a podmínkách. Pokud mají vína nějaké vady, je možno čířícími prostředky zajistit snížení či dokonce odstranění vadných vůní a chutí [4].

Čířící prostředky jsou zdravotně nezávadné a chemicky neutrální. Jemnější částice čířidla mají více aktivní pohyb a to způsobuje větší absorpční schopnost. Optimální hodnoty pH jsou 2,8 – 3,2 a ideální teplota je do 25 °C. Proces čiření vína trvá 10 – 20 dní a vzniklá sraženina, která musí být málo kompaktní a objemná. Čířící prostředky rozdělujeme do dvou skupin a to čířidla obsahující kladný elektrický náboj a čířidla se záporným elektrickým nábojem [7].

Tabulka 4 charakteristika čiřících prostředků [7]

Čiřící prostředek	Náboj (+) (-)	Dávkování (g/ 100l)	Účinnost (h)	Cíl použití
Vaječný bílek	+	8 – 15	Okamžitě	Trpké bílé i červené vína
vyzina	+	0,5 – 2	Okamžitě	Jemně kyselé bílé vína
Želatina	+	2 – 20	4 – 6	Vína s vysokým obsahem tříslovin
Agar	-	15 – 30	24 – 48	Slizovaté vína
Aktivní uhlí	-	2 – 50	0,2	Odstranění barvy a pachuti
Bentonit	-	50 – 150	0,5	Odstranění bílkovin
Kaolin	-	100 – 600	0,5	Sladká vína
Kys. křemičitá	-	40 – 400	4 – 6	Náhrada taninu při čiření želatinou
Modré čiření		Stanovit	48 – 72	Odstranění kovů
tanin	-	2 – 10	4 – 6	Přídavek při čiření želatinou

2.8.2 Stabilizace vína

Ke stabilizaci vína dochází během závěrečných stádií vína a provádí se před jeho samotným lahvováním. Víno je živý a nestabilní systém. Konečná forma vína musí být taková, aby se zachovala vlastnost vína po dlouhou dobu a zabránilo se jakékoli změny s časem. Ke stabilizaci vína slouží adsorpční prostředky bentonitu, polyamidu a agaru na které se koloidní složky vína adsorbují. Je možné použít chlad, neboť při dosažení teploty vína pod 0°C dochází ke snížení rozpustnosti hydrogenvinanu draselného, který z vína vypadává ve formě krystalků [29,23].

2.8.3 Filtrace vína

Filtrace vína slouží k odstranění kalových složek z vína. Podle velikosti kalů se rozlišuje filtrace hrubá a jemná. Filtrace se provádí přes křemelinové filtry, které jsou výkonnější než deskové filtry, které se používaly dřívě. Křemelina musí být speciálně upravená, nesmí

obsahovat organické a anorganické znečišťující látky, a rozdělená na různé velikosti filtru. Nejlepší křemelina určená k filtraci je o střední velikosti. Rychlost filtrace je ovlivněna stavem vína, jakostí filtrační hmoty a filtračním tlakem [12].

2.8.4 Plnění do lahví

Při plnění vína do lahví se musí dbát na to, aby víno bylo zdravé a netvořilo při pozdějším skladování zákalů a neměnilo své senzorycké vlastnosti. Pro uzavírání lahví se používají nejčastěji korkové zátky. Použití umělohmotných zátek není při dlouhodobém skladování vhodné, neboť dobře netěsní a do vína se dostává kyslík. K lahvování se nejčastěji používají láhve skleněné o objemu 0,5, 0,7 a 1,0 litru [7].

2.9 Vady vín

Vady vín jsou způsobeny nejčastěji fyzikálně-chemickými procesy. Pokud jsou vady v pokročilém stavu, což způsobuje obsažení cizích pachů ve víně, tak se tyto vady těžko odstraňují a i po jejich ošetření víno nezískává svůj normální jakostní stav. Naopak slabší vady se dají sklepně-technickým ošetřením odstranit [11].

Mezi nejčastější vady patří:

Černý zákal: vyskytuje se u vín, kde je obsažen vysoký obsah železa, tříslovin a nízkým obsahem kyselin.

Bílý zákal: vyskytuje se u vín, které mají vysoké zastoupení železa a alkoholu, při nízkém obsahu kyseliny. Ve víně se vytvoří bílý zákal, který je tvořen jemnými vločkami, které postupně sedimentují ke dnu. Tento zákal na světle mizí a ve tmě se znovu objevuje. Je možno ho částečně z vína odstranit [19].

Hnědnutí vína: tato vada nastává, při styku vína se vzduchem, kdy dochází k oxidaci. Oxidace je jedním z hlavních problémů při výrobě vína, zejména s bílými víny. Tuto vadu lze odstranit řádným sířením [30].

Octovatění: příčina této vady je způsobena bakteriemi octového kvašení, ke kterému je víno náchylné vlivem poškozených hroznů, nebo nastává u vín s obsahem malého množství ethanolu, či jsou-li skladované v nedolítých sudech, obzvláště při vyšších teplotách.

Mléčné kvašení: vzniká často u produktů s nízkým obsahem ethanolu. Vada se projevuje nepříjemnou chutí vína [22].

Příchuť po kyselině siřičité: Vzniká u přesířeného vína. U vína, které leží dlouho na kalech, se může objevit pach a příchuť po sirovodíku projevující se vůní po zkaženém vejci [19].

Příchuť po plísni: vzniká skoro vždy, když dojde ke skladování vína v plesnivém sudě. Intenzivní příchutě po plísni nelze odstranit ani vyššími dávkami aktivního uhlí.

Příchuť po korku: vzniká u lahvových vín nepřímým působením vláknité houby *Penicillium expansum*. Prevencí proti této příchuti je použití kvalitních parafínových zátek [7].

3 JEDNODUCHÉ A INSTRUMENTÁLNÍ METODY STANOVENÍ OXIDU SIŘIČITÉHO VE VINAŘSTVÍ

Přesnost zjištěných a naměřených hodnot při stanovení je závislá na volbě metody, zkušenostech a pečlivosti laboranta a také na vybavení laboratoře. Dojde-li při stanovnění k výsledkům, které se pohybují kolem zákonem stanovených mezí, doporučuje se provést další rozbor pomocí úředních metod. Rozbor by se měl provádět při laboratorní teplotě 20 °C. Před odebráním vzorku, by se mělo víno protřepat a odběr vzorku vína by se měl provádět před analýzou [4].

3.1 Oxidačně provzdušňovací metoda

3.1.1 Volného oxidu siřičitého

Určování volného oxidu siřičitého probíhá po celý výrobní proces, dokud se víno nelahvuje. Pro zjištění volného oxidu siřičitého se ke vzorku přidává H_3PO_4 , aby došlo k uvolňování volného oxidu siřičitého. Vzorkovnice je držena v ledové lázni, aby se snížilo odpařování vody z jiných těkavých látek a předcházelo se disociaci vázaného SO_2 . Do vzorku je vháněn kontinuální objem vzduchu a s ním nesoucí nestálý těkavý oxid siřičitý. Proudění pokračuje přes množství H_2O_2 , kde se SO_2 oxiduje na kyselinu sírovou. Roztok titrujeme odměrným roztokem hydroxidu sodného. Obsah volného oxidu siřičitého vypočítáme podle vzorečku:

$$\text{Volný } SO_2 \text{ (mg/l)} = \frac{v}{N * V * 32 * 1000}$$

Kde v je objem vzorku vína, V objem titračního roztoku NaOH a N je normalita NaOH

3.1.2 Celkového oxidu siřičitého

Obsah celkového množství oxidu siřičitého je možno určit také pomocí oxidačně provzdušňovací metody. Nádoba se vzorkem se umístí na topné těleso a uvede se do varu. Vroucí okyselené vzorky uvolní vázané siřičitany, které se odpaří pomocí peroxidu. K dobrému ochlazení vody slouží kondenzátor, který by měl být na místě, aby se odstranily nestálé kyseliny vzniklé působením peroxidu. Výpočet bude stejný. Je pravidlo, že celkový

obsah oxidu siřičitého mínus obsah volného oxidu siřičitého se rovná vázanému SO₂. Chyby v této metodě jsou asi 2,5-3%.

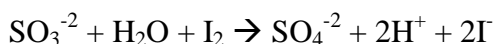
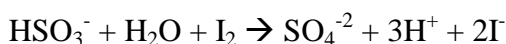
Možné chyby:

- Měření vzorku a činidla
- Nedostatečné chlazení vzorku, nebo špatná funkce kondensátoru
- Vysoké nebo příliš nízké rychlosti proudění vzduchu, který ovlivňuje dobu kontaktu SO₂ s peroxidem a jeho výtěžnost
- Uvolněné spoje
- Slabá koncentrace peroxidu, vlivem stáří nebo znečištěním
- Špinavé sklo [31]

3.2 Titrační stanovení volného oxidu siřičitého

3.2.1 Přímá jodometrická titrace

Stanovení volného oxidu siřičitého se provádí pomocí přímé jodometrické titrace, při které dochází k uvolnění oxidu siřičitého pomocí jodu. Tuto reakci vystihují tyto rovnice:



Příprava odměrného roztoku jodu:

Odměrný roztok jodu by měl být vyroben na koncentraci 0,02 mol * l⁻¹. Jelikož rozpustnost jodu ve vodě je malá, tak se přidává jodid, který napomáhá k jejímu zvětšení. Odváží se 2,6g jódu a 5g jodidu draselného a k těmto navážkám se přidá 5 ml vody. Vzniklá směs se rozetře a rozpustí v malém množství destilované vody. Poté se směs přelije do odměrné baňky o objemu 1000 ml a baňka se doplní destilovanou vodou po rysku. Vzniklý roztok se uchovává ve fľašce z hnědého skla, se zabroušenou zátkou, nejlépe na tmavém místě.

Postup stanovení volného oxidu siřičitého

Volný oxid siřičitý ve víně se musí stanovovat ihned po otevření láhve. Do Erlenmeyerovi baňky o objemu 200 ml se odpipetuje 50 ml zkoušeného vína. Vzorek je vypouštěn tak,

aby se konec pipety dotýkal dna Erlenmeyerovi baňky. Poté se rychle do baňky přidá 10 ml kyseliny sírové a 5 ml roztoku škrobu. Titrace je provedena za stálého míchání s pomocí připraveného roztoku jodu o koncentraci 0,02 mol/l. Ekvivalentní bod nastane u prvního modrého zbarvení, které vydrží 10-15 sekund. U analýzy červených vín je bod ekvivalence těžko postřehnutelný. U červeného vína, které má výraznou intenzitu barvy, se doporučuje jeho ředění s vodou v poměru 1:1. Bod ekvivalence se pozná při fialovém zbarvení s výdrží asi 15 sekund.

Výpočet

$$X_{\text{SO}_2} = 12,8 * V_1 \text{ (mg * l}^{-1}\text{)}$$

Kde V_1 představuje množství spotřebovaného roztoku jodu při titraci.

V dnešní době se v laboratořích připravují roztoky jodu, které mají koncentraci 0,0156 mol/l. Proto se při výpočtu objem titrovaného roztoku jodu vynásobí číslem 10 [3].

3.2.2 Stanovení dle Dr. Rebeleina

Princip

Do zkoušeného vzorku vína s neznámým obsahem oxidu siřičitého se postupně přidává odměrný roztok jodu. Přídavek škrobu způsobí, že v ekvivalentním bodě nastane modré zbarvení. Dokud je ve vzorku přítomný oxid siřičitý, tak se modré zbarvení ztrácí. Trvalé zbarvení nastává, když roztok neobsahuje žádný SO_2 .

Postup

Do 200ml baňky s plochým dnem se odpipetuje 25 ml zkoušeného vína. Vzorek vína by se měl převádět za minimálního přístupu vzduchu. Poté se přidá 10 ml kyseliny sírové a 10 ml roztoku škrobu. Vzorek se titruje roztokem jodátu o koncentraci $1/128 \text{ mol * l}^{-1} \text{ I}_2$ do lehce modrého zbarvení s výdrží 30-ti sekund.

Výpočet

$$X_1 = 20 * V$$

Kde V je spotřeba jodátu z birety [4]

3.3 Průtoko-vstříkovací systém pro stanovení SO₂

Průtoko-vstříkovací systém umožňuje postupné stanovení volného a celkového oxidu siřičitého. Stanovení celkového obsahu oxidu siřičitého vyžaduje přítomnou hydrolyzu s 4 M hydroxidem sodným. Jednotlivé objemy vzorku jsou přepravovány do mikrodestilačního modulu, který také povede odpařený oxid siřičitý. Odpařený SO₂ je veden přes destilační jednotky do adsorpčního modulu, kde s reagujícím analytem poskytuje derivát, který se měří spektrofotometricky při 410 nm. Na základě provozních mikrodestilačních modulech je získáván volný a celkový oxid siřičitý při 20 a 100 °C [32].

3.4 Titrační stanovení celkového oxidu siřičitého

Princip

Stanovení celkového oxidu siřičitého je založeno na principu, že vázaná forma oxidu siřičitého je náchylná v alkalickém prostředí k hydrolyze. Při hydrolyze dochází k uvolnění siřičitanových inotů, které se určí titrací odměrným roztokem jodu.

Postup

Do Erlenmeyerovi baňky se odměří 50 ml zkoušeného vzorku vína, za minimálního přístupu vzduchu, a přidá se 25 ml odměrného 4M roztoku NaOH. Baňka se zazátkuje, promísí se její obsah a poté je nechána 15 minut stát. Dále se přidá 15 ml kyseliny sírové a 5 ml škrobového indikátoru a okamžitě se titruje 0,02 M roztokem jodu do modrého zbarvení s výdrží asi 20 sekund.

Výpočet

$$X_{\text{SO}_2} = 12,8 * V \text{ (mg/l)}$$

[3]

3.5 Stanovení volného a celkového obsahu SO₂ metodou ICP-OES

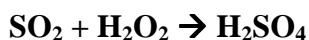
Ze vzorku vína je okyselením uvolněn plynný oxid siřičitý, který je argonovým proudem odveden do induktivně vázané plazmy. Ve vakuové UV oblasti spektra se provádí měření intenzity emisních čar síry. Ke stanovení celkového obsahu oxidu siřičitého je nutná hydrolyza vázaných forem SO₂, která se provádí pomocí odměrného roztoku hydroxidu sodného. Množství oxidu siřičitého se změní spektrofotometricky [33].

3.6 Průtoková injekční analýza plynové difúze s využitím spektrofotometrické detekci pH

Tato metoda byla vyvinuta na stanovení obsahu siřičitanů ve víně. Princip metody spočívá na změně absorbance roztoku indikátoru. Osvobozený oxidu siřičitý od matice se šíří propustnou membránou do roztoku indikátoru a lokálně posune jeho pH. Jako acidobazický indikátor je zde použita bromkresolová zeleň. Metoda je použitelná v rozmezí 1 – 20mg / l siřičitanů a dolní meze detekce je 0,1 mg / l. Tato metoda je použitelná na červené i bílé vína. Oxid uhličitý narušuje měření, a proto metodu nelze použít pro šumivá vína [34].

3.7 Destilační určení celkového oxidu siřičitého

Princip destilační metody spočívá ve vytěsnění oxidu siřičitého vlivem působením silnější anorganické kyseliny. Oxid siřičitý je oddestilován a převeden nosným plynem do předlohy s peroxidem vodíku. Působením tepla dochází k uvolnění vázaného SO₂ z vazby. Použitím kyseliny fosforečné dojde k vytěsnění oxidu siřičitého z roztoku. Jako nosný plyn je použit dusík, který je zbaven kyslíku. Z vazby uvolněný vázaný oxid siřičitý a volný oxid siřičitý se po převodu do předlohy s peroxidem vodíku oxiduje na kyselinu sírovou, podle této reakce:



Vzniklá kyselina sírová je titrována odměrným roztokem hydroxidu sodného na indikátor bromfenolovou modř [3].



Postup

Do destilační baňky se odpipetuje 50ml 5% roztoku kyseliny fosforečné a nechá se vařit s nosným plynem asi 3 minuty, aby došlo k odstranění vzduchu. Poté se připojí předloha, v které je 10 ml 10% peroxidu vodíku zneutralizovaný 0,01 M NaOH na indikátor a do baňky se bočním hrdlem přidá 50 ml zkoušeného vzorku vína. Destilace probíhá 15 minut při malém průtoku nosného plynu a uzavře se přívod vody do zpětného chladiče. Konec destilace se projeví po ohřátí výstupní trubice na aparatuře. Výstupní trubice odpojené

předlohy se opláchne destilační vodou do předlohy. Obsah předlohy se titruje odměrným roztokem 0,01 molárním hydroxidem sodným na indikátor bromfenolovou modř. Bod ekvivalence je snadno rozeznatelný, neboť při něm dochází k přechodu z modrofialové do žluté barvy.

Výpočet

$$x_{\text{SO}_2(\text{mg.l}^{-1})} = a * 6,4$$

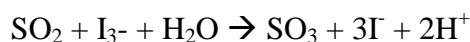
Kde a je spotřeba 0,01 M NaOH. [8]

3.8 Ripper metoda

Ripper metoda je založena na oxidačně-redukčních reakcích. Je snadná a rychlá, ale není nejpřesnější metoda ke stanovení volného a celkového SO₂. Při pracování s touto metodou se musí počítat s odhadovanou chybou přibližně 10 %.

3.8.1 Stanovení obsahu volného oxidu siřičitého

Při stanovení volného oxidu siřičitého se vzorek vína okyselí 25 % H₂SO₄ ke snížení oxidaci polyfenolů v jodu. Jako indikátor se používá roztok škrobu a 0,02 M jód se používá jako oxidační činidlo. Titruje se do okyseleného vzorku. Jód oxiduje volný oxid siřičitý a vznikají ionty jódu. Bod ekvivalence se projeví modrým zbarvením.



Výpočet

$$\text{Volný SO}_2 \text{ (mg/l)} = \frac{v}{V * N * 32 * 1000}$$

Kde:

- V je množství odtitrovaného roztoku jódu
- N je normalita roztoku jódu (0,02)
- V je množství vzorku vína (ml) při použití 0,02 molárního roztoku jódu potřebujeme 25 ml vzorku vína

3.8.2 Stanovení obsahu celkového množství oxidu siřičitého

Ke stanovení celkového obsahu SO_2 se používá stejná metoda, ale těsně před titrací se přidává 1 molární hydroxid sodný, který napomáhá k hydrolyze vázaných siřičitanů a zvyšuje hodnoty pH, které napomáhají k uvolňování jak vázaného, tak volného oxidu siřičitého. Výpočet je stejný, jako u stanovení volného oxidu siřičitého [31].

ZÁVĚR

Oxid siřičitý je ve vinařství nepostradatelný. Jeho aplikací při výrobě vína se zajistí, že vzniklé víno bude bez vad a kazů, neboť oxid siřičitý je konzervační látka a působí také jako mimořádně aktivní redukční činidlo. Oxid siřičitý se ve víně vyskytuje ve formě volné a formě vázané. Obě tyto formy tvoří dohromady celkové množství oxidu siřičitého. Na konzervaci a redukci vína mají vliv pouze volné formy oxidu siřičitého.

Oxid siřičitý je ve víně zdravotně nezávadný, ale nesmí se překročit maximální povolený limit obsahu oxidu siřičitého ve víně, což by způsobilo u konzumenta nežádoucí účinky. Přesíření vína způsobuje změnu chuťových a aromatických vlastností.

Vinař při výrobě vína musí dodržovat technologické předpisy. Je důležité, aby dodržoval hygienu a sanitaci jak prostorů, tak materiálů potřebných při výrobě vína. Je potřeba, aby vinař pravidelně hodnotil kvalitu všechen vín.

Důležitým krokem ve vinařství, je určení obsahu oxidu siřičitého ve víně. Vinař nesmí dát do oběhu víno, které by mělo vyšší obsah oxidu siřičitého než jaké je maximálně možné množství dané Nařízením rady ES č. 1493/1999. Limit volného oxidu siřičitého není určen, ale nesmí být cítit v chuti vína.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FURDÍKOVÁ, K., MALÍK, F. Kolobeh síry vo víne, *Chemické listy*, 103, 2009, 154-158
- [2] WIKIPEDIA, 3D model molekuly oxidu siřičitého. [online]. [2011-04-10]. Dostupné na WWW: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Súbor:Sulfur-dioxide-3D-vdW.png>
- [3] KOVÁČ, J. A KOLEKTIV, *Spracovanie hrozna*. Bratislava, 1990, ISBN 80-07-00313-4
- [4] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství*, Valtice, 2002, ISBN 80-903201-0-4
- [5]] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 1999, ISBN 80-902391-5-3
- [6] LI, H. et al, *Mechanisms of oxidative browning of wine*, *Food chemistry*, 108, 2008, 1-13
- [7] MALÍK, F. *Vinársky rok*, Bratislava, 1989, ISBN 80-224-0015-7
- [8] MINARIK, E., NAVARA, A. *Chemia a mikrobiológia vína*, Bratislava, 1986
- [9] PAVLOUŠEK, P. *Výroba vína u malovinařů – 2., aktualizované a rozšířené vydání*, Praha: Grada publishing, 2010, ISBN 978-80-247-3487-3
- [10] WARRICK, S. *The way to make wine: how to craft superb table wines at home*, London, England, 2006, ISBN 100-520-24719-1
- [11] KOHOUT, F. *O víně*, Praha: Merkur, 1986,
- [12] KUTTELVAŠER, Z. *Abeceda vína*. Praha: Radix, 2003, ISBN 80-86031-41-3
- [13] AMARINE, M. A., JOSLYN, M. A. *Table wines: the technology of their production*, London, England, 1970, ISBN 0-520-01657-2
- [14] VOGEL, W. *Víno z vlastního sklepa*, Vydavatelství VÍKEND, 2010, ISBN 978-80-7433-026-1
- [15] PRONECO, Kadifit. [online]. [2011-03-25]. Dostupné na WWW: http://www.proneco.cz/link/info_74.htm
- [16] DORR, H., RODER, K., JOHN, F. *Co nevíte o víně*, Praha, 2000, ISBN 80-7202-673-

- [17] Grainger, K. *Wine Quality: tasting and Selection*, 2009, ISBN 978-1-4051-1366-3
- [18] NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 1493/1999, *o společné organizaci trhu s vínem*, 1999
- [19] KRAUS, V., KUTTELVAŠER, Z., VURM, B. *Encyklopedie českého a moravského vína*, Nakladatelství MELANTRICH, 1997, ISBN 80-7023-250-1
- [20] KEEVILOVÁ, S. a kolektiv, *Vína světa*, Slovart, 2006. ISBN 80-7209-853-5
- [21] SELDON, P. *Vína*, Nakladatelství PRAGMA, 1996, ISBN 80-7205-815-0
- [22] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*, UTB Zlín, 2004, ISBN 80-7318-173-8
- [23] KADLEC, P., *Technologie potravin II*, VŠCHT Praha, 2008
- [24] ATLASROSTLIN, Vinná réva. [online]. [2011-02-5]. Dostupné na WWW: http://im.atlasrostlin.cz/vinna-reva/210/2101-plant_main-jtagk.png
- [25] KRAUS, V.; HUBÁČEK, V.; ACKERMAN, P. *Rukověť vinaře*. Praha: ČSZ, 2000, ISBN: 80-209-0327-5
- [26] DARIAS-MARTÍN, J., DÍAZ-GONZÁLEZ, D., *Influence of two pressing processes on the duality of must in white wine production*, Journal of Food Engineering, 63, 2004, 335-340
- [27] PAVLOUŠEK, P. *Výroba vína u malovinařů*, Grada Publishing a.s., 2006, ISBN 80-247-1247-4
- [28] GODFREY, S. *Bílé víno*, Nakladatelství Slováry, s. r. o., 2002, ISBN 80-7209-210-3
- [29] STANGA, M., *Sanitation: Cleaning and Disinfection in the Food Industry*, 2010, ISBN 978-3-527-32685-3
- [30] MAKHOTKINA, O., KILMARTIN, P. A., *Uncovering the influence of antioxidants on polyphenol oxidation in wines using an electrochemical method: Cyclic voltammetry*, Journal of Electroanalytical Chemistry, 653, 2006, 165-174
- [31] JACOBSON, L. J., *Introduction to wine laboratory practices and procedures*, 2006, ISBN 0-387-24377-1
- [32] MAQUIEIRA, A., CASAMAYOR, F., PUCHADES R., *Determination of total and free sulphur dioxide in wine with a continuous-flow microdistillation system*, Analytica Chica Acta, 283, 1993, 401-407

- [33] CMELIK, J.; MACHAT, J.; NIEDOBOVA, E.; OTRUBA, V.; KANICKY, V., *Determination of free and total sulfur dioxide in wine samples by vapour-generation inductively coupled plasma-optical-emission spektrometry*, Analytical and bioanalytical chemistry, 383, 2005, 483–488
- [34] DECNOP-WEEVER, L.G., *Determination of sulphite in wines by gas-diffusion flow injection analysis utilizing spectrophotometric pH-detection*, Analytica Chimica Acta, 337, 1997, 125-131

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SO ₂	Oxid siřičitý
H ₂ O ₂	Peroxid vodíku
NaOH	Hydroxid sodný
ml	Mililitr
M	Molární
ICP-OES	Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
°C	Stupeň celsia
%	Procento
UV	Ultrafialové záření
nm	Nanometr
g	Gram
l	Litr
mg	Miligram
m ³	Metr krychlový
hl	Hektolitr
K ₂ S ₂ O ₅	Disiřičitan draselný
H ₂ O ₂	Peroxid vodíku

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 3D model molekuly SO ₂ [2]	17
Obrázek 2 vinná réva [24]	17

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 rozlišení stupně šíření [3].....	17
Tabulka 2 Doporučené dávky sirných řezů k šíření sudů [4].....	21
Tabulka 3 Nejvýznamnější moštové odrůdy pěstované v České republice [23]	26
Tabulka 4 charakteristika čířících prostředků [7]	38