Mendelova univerzita v Brně
Zahradnická fakulta
Ústav vinohradnictví a vinařství

Použití oxidu siřičitého v enologii

Vedoucí práce:
Ing. Kamil Prokeš, Ph.D.

vypracoval:
Petr Kružík

Lednice 2016

Zahradnická fakulta

Ústav vinohradnictví a vinařství
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel :	**Petr Kružík**
Studijní program:	Zahradnické inženýrství
Obor:	Vinohradnictví a vinařství
Název tématu:	**Použití oxidu siřičitého v enologii**
Rozsah práce:	30 stran

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte odbornou literaturu, vědecké články a další zdroje.
2. V literární části specifikujte význam oxidu siřičitého při výrobě vín a jeho použití v enologii.
3. Poznatky přehledně zpracujte do literární rešerže, při tvorbě práce postupujte podle pokynů platných pro Zahradnickou fakultu.

Mendelova univerzita v Brně

Seznam odborné literatury:

1. RIBÉREAU-GAYON, P. – TRADUCTION, A. a kol. *Handbook of enology : The chemistry of wine stabilization and treatments. Volume 2.* 2. vyd. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. 441 s. ISBN 0-470-01037-1.
2. RIBÉREAU-GAYON, P. – BRANCO, J M. *Handbook of enology : The microbiology of wine and vinifications. Volume 1.* Chichester: John Wiley & Sons, 2003. 454 s. ISBN 0-471-97362-9.
3. POLO, C M. – MORENO-ARRIBAS, V M. *Wine chemistry and biochemistry.* 1. vyd. New York: Springer, 2008. 735 s. ISBN 978-0-387-74116-1.
4. GRAINGER, K. – TATTERSALL, H. Wine production : vine to bottle. Oxford. 2007. ISBN 9780470995600, 9781405113656. URL: http://dx.doi.org/10.1002/9780470995600.
5. CLARKE, R J. – BAKKER, J. *Wine flavour chemistry.* 1. vyd. Ames, IA: Blackwell Publishing, 2004. 324 s. ISBN 1-405-10530-5.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: květen 2016

L. S.

Petr Kružík
Autor práce

Ing. Kamil Prokeš
Vedoucí práce

Zahradnická fakulta
Mendelova
univerzita
v Brně

doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Kamilovi Prokešovi, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce.

Dále děkuji panu Ing. Lubomíru Skrývalovi za cenné rady a zajištění praxe ve vinařství. Celé své rodině děkuji za trpělivost a podporu během práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Použití oxidu siřičitého v enologii vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

……..

podpis

OBSAH

1. ÚVOD 8

2. CÍL PRÁCE 9

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED 10

3.1 CHARAKTERISTIKA OXIDU SIŘIČITÉHO 10

3.2 HISTORIE POUŽÍVÁNÍ SO_2 VE VINAŘSTVÍ 10

3.3 VÝZNAM A PŮSOBENÍ OXIDU SIŘIČITÉHO V ENOLOGII 11

3.3.1 Antioxidační účinky 11

3.3.2 Ochrana proti oxidázám a antienzymatické působení 12

3.3.3 Antiseptické účinky SO_2 12

3.3.4 Vliv na organoleptické vlastnosti vín 15

3.3.5 Dopady na lidské zdraví 16

3.4 CHEMIE SO_2 VE VÍNĚ A MOŠTECH 17

3.4.1 Aktivní SO_2 17

3.4.2 Volný SO_2 18

3.4.3 Vázaný SO_2 19

3.4.4 Endogenní SO_2 19

3.4.5 Vazby SO_2 ve víně 20

3.5 POUŽITÍ SO_2 VE VINAŘSKÉ PRAXI 23

3.5.1 Dostupné přípravky určené k síření 23

3.5.2 Aplikace SO_2 během jednotlivých fází výrobního procesu 24

3.5.3 SO_2 během uchovávání, zrání a finalizace vín 26

3.5.4 Sterilizace výrobních prostor a nádob 28

3.5.5 Metody stanovení SO_2 29

3.6 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ MNOŽSTVÍ APLIKOVANÉHO SO_2 VE VÍNECH 30

3.6.1 Technologické postupy 31

3.6.2 Fyzikální postupy 32

3.6.3 Chemické látky umožňující nižší dávky SO_2 33

3.6.4 Metody pro snížení koncentrace SO_2 ve vínech a moštech 36

3.7 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA POUŽÍVÁNÍ SO_2 37

3.7.1 Označování alergenů 37

3.7.2 Limity SO_2 ve víně 38

4. ZÁVĚR 40

5. SOUHRN A RESUMÉ 41

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 42

7. PŘÍLOHY 45

7.1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 45

1. ÚVOD

Oxid siřičitý představuje velmi významnou látku, která se přidává do vín již od starověku. Z technologického hlediska je ve vinařství oxid siřičitý nepostradatelný. Své uplatnění nachází mezi vinaři zejména díky jeho antiseptickým a antioxidačním vlastnostem. Neméně důležitá je jeho schopnost inhibovat oxidační enzymy, působit jako redukční činidlo a udržovat tedy redoxní potenciál. Do moštů a vín se oxid siřičitý používá v různých podobách a jeho aplikace je možná ve všech fázích výrobního procesu. Mnoho vinařů používá oxid siřičitý kromě k ošetření a stabilizaci vín, také k dezinfekci sudů a ke sterilizaci výrobních prostor. Používání oxidu siřičitého s sebou nese mnoho úskalí, kterým se lze vyvarovat striktním dodržováním správných enologických postupů.

Oxid siřičitý může negativně ovlivňovat zdraví lidí, a proto se v posledních letech setkáváme se snahou o eliminaci přidávání SO_2 do vín a moštů. V současné době se však u neošetřených konvenčních vín nedosahuje požadovaných výsledků, z čehož lze usoudit, že je použití oxidu siřičitého dosud nenahraditelný enologický postup. I přes všechny snahy eliminovat použití aplikovaného SO_2 je nutné brát na vědomí, že malé množství oxidu siřičitého je přirozeně produkováno kvasinkami při alkoholovém kvašení.

Ošetření oxidem siřičitým je povoleným enologickým postupem také u vín, která jsou produkována v režimu BIO, pro tato vína jsou ovšem stanoveny nižší povolené mezní hodnoty koncentrace SO_2.

Mezní hodnoty koncentrace oxidu siřičitého ve vínech a moštech stanovuje nařízení evropské komise (ES) 606/2009. Vinaři, kteří tyto koncentrace překročí, nesmí vína uvádět do oběhu.

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce je vytvořit přehledný a ucelený literární přehled na dané téma, který bude přínosem každému, kdo se rozhodne zasáhnout do výroby vína pomocí SO_2. Bakalářská práce se dále snaží poskytnout čtenáři informace o jeho alternativách, neboť oxid siřičitý má vliv na zdraví lidí.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Charakteristika oxidu siřičitého

Oxid siřičitý (SO_2) je látka, která je tvořena dvěma oxidy síry. Jedná se o bezbarvý, ostře štiplavý, toxický plyn s teplotou varu –10,2 °C. Je rozpustný ve vodě i víně, přičemž jeho rozpustnost klesá se stoupající teplotou vody. Ve vodném roztoku tvoří oxid siřičitý kyselinu siřičitou (H_2SO_3).

V enologii se SO_2 nejčastěji využívá nejen do vín, ale i do moštů, a to zejména díky následujícím vlastnostem, díky kterým se pro mnohé vinaře stal nepostradatelnou pomocí. V nižších koncentracích není příliš znatelný, ale při vyšších dávkách ve víně se jeho dráždivost a štiplavost výrazně projevuje.

Základní vlastnosti SO_2 pro vinaře

- Antioxidační činnost (ochrana proti oxidaci moštů a vín)
- Antiseptické vlastnosti (inhibice rozvoje mikroorganismů)
- Schopnost vázat acetaldehyd (stabilizace barvy i aroma vín)
- Ochrana proti oxidázám (zejména ochrana proti těkavým aldehydům)

3.2 Historie používání SO_2 ve vinařství

Sirné sloučeniny se používají již několik tisíc let k bělení textilií. Počátky používání siřičitanů v souvisloti s vínem se datují údajně kolem roku 700 př. n. l., kdy se používaly ke konzervaci. Tuto skutečnost vzpomíná i řecký básník Homér, který ve svém díle zmiňuje spalování síry na oxid siřičitý určený k dezinfekci při náboženských obřadech. Do té doby se používala ke konzervaci pryskyřice, která však velmi výrazně měnila senzorické vlastnosti vín. Proto byla pryskyřice nahrazena sírou a sirnými sloučeninami, které se nejčastěji aplikovaly spalováním síry v amforách nebo sudech, což vedlo ke konzervaci sudů a zároveň ke konzervaci vín. Spalování síry přetrvalo až do 14. století, kdy se datuje první omezování použití oxidu siřičitého ve víně. Během klimatického oteplování na začátku 14. stol. totiž výrobci vína přistoupili k vyšším dávkám siřičitanů, aby se zabránilo octovatění vín. Podle dostupných historických

pramenů se pohybovala koncentrace oxidu siřičitého mezi 800-1000 mg/l, což je hodnota pro nás naprosto nepředstavitelná.

Naopak na začátku 15. stol. došlo k citelnému ochlazení, což mělo za následek zvyšování obsahu kyselin a snižování pH ve vínech. V konečném důsledku to vedlo k postupnému uvědomování přítomnosti vyšších koncentrací siřičitanů ve vínech a k jejich částečnému snižování.

Od počátku byl oxid siřičitý vnímán jako konzervační a stabilizační činidlo. Antimikrobiální a antiseptické vlastnosti oxidu siřičitého byly prozkoumány a prezentovány až počátkem 20. stol. Některé jeho vlastnosti nejsou do hloubky prozkoumány dodnes.

3.3 Význam a působení oxidu siřičitého v enologii

Oxid siřičitý je možné aplikovat přímo na hrozny, do vinných moštů a do vín. Jako redukční látka účinně redukuje polyfenoly, antokyany, či třísloviny. Díky schopnostem vázat acetaldehyd a kyselinu pyrohroznovou může přídavek SO_2 zlepšit aroma vína. V neposlední řadě má SO_2 vliv na dynamiku alkoholového kvašení a snižuje redukční potenciál moštů. Díky jeho velmi dobrým dezinfekčním účinkům lze SO_2 používat k dezinfekci vinařských nádob a k dezinfekci vybavení sklepních hospodářství.

3.3.1 Antioxidační účinky

Oxid siřičitý prokazatelně zabraňuje účinku oxidáz na hrozny, mošt a víno. Antioxidační účinek spočívá ve vyvazování kyslíku, čímž se chrání před oxidací aroma a polyfenoly ve víně i v moštech. Vyvazování kyslíku probíhá dle následující rovnice:

$$SO_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow SO_3$$

Miloš Michlovský (2012) udává, že na základě uvedené rovnice 16 mg kyslíku oxiduje 64 mg oxidu siřičitého, tedy teoreticky 32 mg SO_2 spotřebuje při saturaci kyslíku asi 8 mg O_2/l. Tato reakce je velmi pomalá a chrání vína pouze před oxidací chemického původu. Rychlost reakce a spotřeba oxidu siřičitého v moštech se zvyšuje vlivem účinku oxidativních enzymů.

3.3.2 Ochrana proti oxidázám a antienzymatické působení

Vinný mošt a víno jsou vodné roztoky, které vykazují určitý oxidačně redukční (redoxní) potenciál. Ten je dán přítomností oxidačních a redukčních činidel. V průběhu procesu zpracování dochází ke vzájemným interakcím těchto činidel a ke změnám jejich stavu. Oxidačně redukční potenciál můžeme vyjádřit jako rozdíl potenciálu mezi platinovou elektrodou umístěnou do daného prostředí a normální vodíkovou elektrodou (Šilhánková, 2002, s. 177).

Pokud bychom sledovali chování oxidačně redukčních systémů v anaerobním prostředí v určitých časových intervalech, zjistili bychom, že se nachází v tzv. rovnovážném stavu. Takto vyrovnaný systém se naruší jakýmkoliv přísunem kyslíku. Kyslík v moštech a vínech reaguje s lehce oxidovatelnými sloučeninami, které oxiduje, většinou za vzniku peroxidu vodíku a aktivního kyslíku. Oxidují se zejména kyselina askorbová, oxokyseliny, aminokyseliny a polyfenoly. Oxidační reakce většinou aktivují tzv. oxidační enzymy – oxidázy a peroxidázy. Oxid siřičitý působí jako redukční činidlo, které dokáže inhibovat aktivitu oxidačních enzymů. Jedny z nejvýznamnějších enzymů, které dokáží negativně ovlivnit kvalitu vín, jsou zejména oxidáza hroznu (tzv. tyrosináza) a lakáza produkovaná plísní šedou (*Botrytis cinerea*).

Rychlost oxidačních procesů ve víně a moštu závisí na mnoha faktorech. Rozhodujícím faktorem je teplota, která má prokazatelný vliv na činnost oxidačních enzymů. Optimální činnost vyvíjejí oxidační enzymy při 20 °C. Aktivita oxidačních enzymů se snižuje s klesající teplotou. Záleží však také po jak dlouhou dobu je určitý enzym daným teplotám vystaven.

Oxid siřičitý dokáže částečně nebo i zcela eliminovat činnost enzymů způsobující oxidativní zákaly. Svojí činností tedy brání hnědnutí vín, které způsobouje enzym polyfenoloxidáza.

3.3.3 Antiseptické účinky SO_2

Velmi důležitou a nepostradatelnou vlastnotstí SO_2 pro vinaře je inhibice rozvoje některých mikroorganismů, jako jsou mléčné a octové bakterie, či některé kmeny divokých kvasinek. Účinky proti kvasinkám a bakteriím se využívají zejména za účelem zabránění kvasinkových refermentací. Svoje uplatnění nachází oxid siřičitý také v ochraně proti bakteriálním onemocněním vín.

Aktivní forma SO_2 (H_2SO_{3-}) rychle a účinně proniká do buněk mikroorganismů, kde způsobuje zastavení růstu, rozmnožování anebo smrt. SO_2 působí na stěny buněk z vnějšku. Reakcí na stěnách buněk dochází ke změně permeability membrány (propustnosti) a následně dochází uvnitř buňky k reakci s bílkovinami a enzymy (NAD/NADH) a k zastavení růstu.

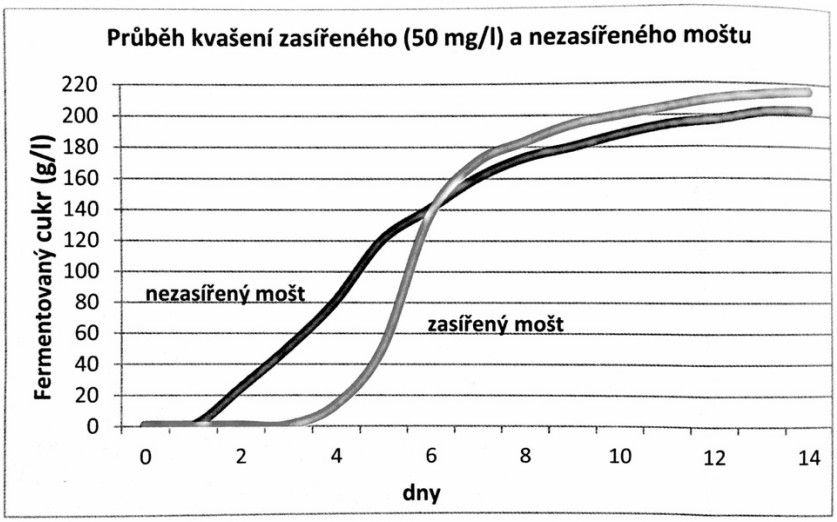
Způsob inhibice je závislý na koncentraci SO_2 a na druhu mikroorganismu. SO_2 svojí činností během jednotky času ničí určitý podíl populace, nikoliv veškerou populaci.

Při nízkých koncentracích u bakterií tedy dochází k zastavení růstu, avšak nedochází ke zničení jejich životaschopnosti. V případě, že se změní obsah SO_2 ve víně, např. po stočení vína z kalů, může se opět zahájit jejich růst. Účinnost oxidu siřičitého je větší na bakterie než na kvasinky (Michlovský, 2012).

Výše uvedených poznatků lze kromě cílené protekce vín a moštů před nežádoucími mikroorganismy využít také k selekci těchto mikroorganismů před a během vinifikace.

Vliv na kvasinky

Pozorovaný vliv na kvasinky lze využít k oddálení startu fermentace. Zasířené mošty kvasí rovnoměrněji a dokáží vinaři zajistit čas na kvalitní odkalení moštu. Novější odborná literatura zabývající se touto problemaitkou také udává, že různé kmeny kvasinek vykazují různou citlivost na SO_2. Z tohoto důvodu dochází při mírných koncentracích SO_2 k zabránění množení apikulátních kvasinek, zatímco kvasinky ASVK nejsou aplikací SO_2 příliš zasáhnuty. Z enologického hlediska je na uváženou, zda bránit v rozvoji určitých kmenů kvasinek. Dávky SO_2 do moštů mají vliv také na celkovou dynamiku fermentace podle obrázku 1.



Obrázek 1 - Fermetnace zasířeného a nezasiřeného moštu (Ribéreau-Gayon a kol., 2006)

Vliv na bakterie

Oxid siřičitý zpomaluje alkoholovou fermentaci a má zásadní vliv na rozmnožování bakterií. Bakterie z hroznů, které jsou přitomny v moštu, jsou vlivem SO_2 zničeny nebo je pozastavena jejich činnost po dobu fermentace. Důležitým kritériem před aplikací SO_2 zůstává zdravotní stav hroznů. Hrozny by měly být ideálně v dobrém zdravotním stavu, a tedy málo citlivé na rozvoj bakterií. Aplikace SO_2 musí být prováděna přesnými dávkami SO_2 zabezpečujícími bezproblémovou fermentaci.

Při výrobě bílých vín a vín, kde není žádána následná malolaktická fermentace (MLF), můžeme aplikovat SO_2 v dávkách, které způsobí kompletní inhibici bakterií. K potlačení bakterií postačí nižší dávky SO_2 než v případě kvasinek, nicméně je důležité pohlídat si obsah SO_2 z důvodu ochrany moštu proti oxidaci.

V případě výroby červených vín, u kterých je MLF již velmi častou a běžnou enologickou operací, se přistupuje k aplikaci malých dávek SO_2. Vyšší dávky SO_2 mohou ohrozit MLF. Michlovský (2012) udává, že maximální dávky SO_2, které by neměly ohrozit MLF, jsou 70–100 mg/l. Dávky SO_2 musí být striktně regulovány v závislosti na zdravotním stavu hroznů, teplotě, pH, obsahu cukrů a aciditě. Rozvoj

bakterií by měl ideálně nastat až po prokvašení cukrů. Bakterie jinak mohou začít atakovat kyselinou jablečnou.

Úplné zastavení MLF vlivem vyšších dávek SO_2 má za následek nepříjemné pachy ve víně.

3.3.4 Vliv na organoleptické vlastnosti vín

Oxid siřičitý působí ve vínech jako intenzivní redukční a konzervační činidlo. Právě jako redukční látka se podílí na redukci některých látek ve víně, čímž zvyšuje mikrobiální stabilitu vín a chrání barvu. Vyvazováním acetaldehydu, kyseliny pyrohroznové a ostatních produktů fermentace se podílí na zlepšení aroma vín.

Při výrobě červených vín dochází vlivem aplikace SO_2 k lepšímu rozpouštění organických kyselin a fenolových sloučenin (především antokyanů a tříslovin), které mají vliv na barevnost červených vín. Dříve byla tato schopnost přeceňována. Novější vědecké práce poukazují na fakt, že zlepšení barevnosti by mohlo být přisuzováno spíše lepší ochraně SO_2 proti oxidázním zákalům v případě nahnilých nebo méně zdravých hroznů. Je nutné si uvědomit, že aktivní je v tomto ohledu volný SO_2, který se ovšem ve rmutu rychle ztrácí.

SO_2 se za určitých okolností může podílet na vzniku reduktivních tónů a velmi nepříjemně narušit organoleptické vlastnosti vín. Zejména v podmínkách přísně reduktivního kvašení bez přístupu kyslíku nebo při zrání vín na kvasničních kalech mohou být dopady SO_2 na chuť a aroma velmi zásadní. Tzv. reduktivní tóny vznikají při chemické redukci SO_2. Při této reakci vznikají merkatptany a sirovodík, jenž velmi negativně ovlivňují aroma (viz. tabulka 1).

Tabulka 1 – příklady reduktivní tónů ve víně a jejich koncentrace (Ribéreau-Gayon et al., 2006)

Název sloučeniny	Projev defektu	Koncentrace ve zdravém víně	Koncentrace v defektním víně
Sirovodík	Shnilé vejce	0,3	16,3
Metylmerkaptan	Tóny kvašeného zelí	0,7	5,1
Etylmerkaptan	Cibule, zelí, guma	0	10,8
2-Merkaptoetanol	Spálená guma	72	124
Methionol	Vařená kapusta	838	1776
Dimetyl sulfid	Lanýže	1,4	2
Benzothiazol	Guma, pneumatiky	2	11

Na základě těchto poznatků je nezbytně nutné, aby byla vína průběžně senzoricky hodnocena. Pokud by se tyto reduktivní tóny u mladého vína objevily, lze je léčit citlivým provzdušněním.

3.3.5 Dopady na lidské zdraví

Tato práce pojednává o využívání SO_2 ve vinařství a vinařských provozech. Většina literárních pramenů však neopomíjí jeho dopad na lidské zdraví. Všeobecně jsou siřičitany běžně se vyskytující látky, které vznikají v ovzduší vlivem emisí a sopečné činnosti. Oxid siřičitý pravidelně přijímáme v potravě. Nalezneme jej běžně v sušeném ovoci, ovocných šťávách, kořenících směsích, džemech a pečivu. Největší množství oxidu siřičitého však přijímáme právě z vína. Průměrný denní příjem v rámci Evropy je cca 20 mg SO_2 na jednoho obyvatele. Práh vnímání má každý člověk nastavený jinak. To stejné se dá říci i o koncentracích, které lidem způsobují zdravotní komplikace. Některým lidem může způsobit nevolnost dávka již 2 mg/den, naopak někteří lidé vydrží i koncentrace přes 30 mg/den oxidu siřičitého

Oxid siřičitý v enologii představuje reálné riziko pro pracovníky ve vinařských provozech, kteří s ním přijdou do styku, ale i pro přímé konzumenty vín.

Příznaky akutní intoxikace

Většina siřičitanů dráždí ke kašli, způsobuje bolest hlavy a dráždí sliznice. Akutní život ohrožující zdravotní rizika jsou vzácná, avšak nesmí se podceňovat. Největší hrozbu představují siřičitany pro astmatiky. Těm je zásadně nedoporučováno manipulovat s SO_2. Při náhlém úniku SO_2 z tlakové láhve ve vinařském provozu a následné inotxikaci může dojít až k trvalé slepotě nebo smrti jedince. Od koncentrace 50 mg/^{3} představuje SO_2 velmi zásadní hrozbu pro zdraví člověka.

Chronická otrava

Chronickou otravou trpí početná skupina lidí po celé zemi. Projevuje se praskáním zubní skloviny, poruchami čichu, podrážděním dýchacích cest, bolestí hlavy a celkovou nevolností. V některých případech může oxid siřičitý způsobovat i podráždění očí.

3.4 Chemie SO_2 ve víně a moštech

Oxid siřičitý aplikovaný do moštů, rmutů a vín analyticky rozlišujeme v několika formách. SO_2 se zde vyskytuje z větší části ve vázané formě a jen menší část je ve formě volné. Většina pozitivních vlastností SO_2 byla připisována volnému SO_2. Nyní již víme, že velmi zásadní je antimikrobiální působení tzv. molekulárního (aktivního) SO_2.

3.4.1 Aktivní SO_2

Forma molekulárního SO_2 nazývaného též „aktivní SO_2“ má zásadní vliv na inhibici mikroorganismů. Molekulární oxid siřičitý představuje nedisociovanou formu molekul H_2SO_3. Jeho obsah ve víně je závislý na obsahu volného SO_2, na hodnotě pH moštu nebo vína a na obsahu alkoholu. Tuto skutečnost znázorňuje následující tabulka (Tabulka 2) pro přepočet hodnoty molekulárního SO_2 ve vztahu k hodnotám pH.

Tabulka 2 – výpočet hodnoty molekulárního SO_2 v závisloti na pH (Pavloušek, 2010)

Obsah alkoholu %obj.	Hodnota pH					
	2,800	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80
0	0,078	0,051	0,033	0,021	0,013	0,008
1	0,081	0,053	0,034	0,022	0,014	0,009
2	0,085	0,055	0,036	0,023	0,015	0,009
3	0,089	0,058	0,037	0,024	0,015	0,010
4	0,093	0,061	0,039	0,025	0,016	0,010
5	0,097	0,063	0,041	0,026	0,017	0,011
6	0,100	0,066	0,043	0,027	0,017	0,011
7	0,104	0,069	0,044	0,028	0,018	0,012
8	0,109	0,072	0,046	0,030	0,019	0,012
9	0,113	0,075	0,048	0,031	0,020	0,013
10	0,118	0,078	0,050	0,032	0,021	0,013
11	0,122	0,081	0,053	0,034	0,022	0,014
12	0,127	0,084	0,055	0,035	0,023	0,014
13	0,132	0,088	0,057	0,037	0,024	0,015
14	0,138	0,091	0,060	0,039	0,025	0,016
15	0,143	0,095	0,062	0,040	0,026	0,016

Uvedená tabulka udává tzv. faktor molekulárního SO_2 pro každý gram volného SO_2. Např. máme-li víno s určitou hodnotou pH a obsahem alkoholu 11% obj., které obsahuje 8 mg/l volného SO_2, je obsah molekulárního SO_2 následující: 8 mg/l x faktor pro pH např. 3,2 (0,053) = 0,424 mg/l molekulárního SO_2 (Pavloušek, 2010).

3.4.2 Volný SO_2

Volný SO_2 se vyskytuje ve víně a moštech v disociované formě jako HSO_{3-}, což je iont kyselého siřičitanu (hydrogensiřičitanový aniont). Nejdůležitější vlastností volného SO_2 v enologii je schopnost vazby s acetaldehydem, čímž se zamezuje zvětrávání vín a neutralizují se oxidativní pachy. Volný SO_2 má velký vliv na barevnost vín, neboť má schopnost vázat se s barevnými látkami, a tím snižovat barevnost vín. V případě bílých vín zamezuje obsah volného SO_2 žloutnutí barvy, u vín červených spíše zapříčiňuje snížení barevnosti. Při absenci volného SO_2 (pod 10 mg/l) lze ve víně identifikovat specifické oxidační a zvětralé pachy způsobené acetaldehydem (také etanal). Ten většinou pochází z alkoholové fermentace nebo vlivem oxidace etanolu.

Antiseptické vlastnosti volného SO_2 vůči kvasinkám nebo bakteriím jsou proměnné v závislosti na pH, čili vztahu k molekulární formě. Vycházíme tedy z poznatku, že čím je víno kyselejší, tím je pach a nepříjemná chuť SO_2 větší; samozřejmě při stejné hodnotě volného SO_2. Nedostatečná kvalita vína, chybějící odrůdové vůně a velmi vysoká acidita ovlivňují intenzitu vnímání volného SO_2. U zdravého vína může být tedy dávka SO_2 přehnaná, ale nepříjemný pach je menší než u vína nekvalitního (Baroň, 2013).

Štiplavost volného SO_2 lze detekovat našimi neuroreceptory již od hladiny 1 mg/l.

3.4.3 Vázaný SO_2

Pojem vázaný oxid siřičitý představuje součet všech siřičitanů vázaných na různé sloučeniny, které senzoricky nejsou rozpoznatelné při degustaci. Nejčastěji tvoří vazby, jak už bylo řečeno, s acetaldehydem a dále s antokyany, kyselinou glutarovou, glukózou a fenolickými látkami. Vázaný SO_2 má malé antioxidační i antiseptické účinky a má velmi malý vliv na mléčné bakterie.

Pro vinaře má hodnota vázaného SO_2 velký význam z hlediska kontroly správnosti technologického postupu, protože dokáže nastínit správnost technologických operací. Vytváří nám tzv. paměť vývoje vína, tedy jistou informaci, jak bylo s vínem nakládáno v průběhu času.

Oxid siřičitý a všeobecně siřičitany jsou látky uvedené na seznamu alergenů a při vyšších koncentracích dokážou působit zdravotní komplikace. Je tedy velmi důležité stále hlídat množství siřičitanů ve víně a moštech viz. kapitola Legislativní požadavky na používání SO_2.

3.4.4 Endogenní SO_2

Největší část SO_2 ve vínech pochází z aplikovaného oxidu siřičitého, avšak velmi malá část je vytvořena činností kvasinek v průběhu fermentace. Při metabolismu některých druhů kvasinek rodu *Sacharomyces* (*S. Cerevisae, S. carlsbergensis, S. pastorianus*) totiž dochází k redukci sulfátů a k produkci volné i vázané formy SO_2 v koncentraci 10–30 mg/l. Tuto skutečnost je důležité mít na paměti a před každou

technologickou operací, zahrnující dodání SO_2 do vín, je důležité si koncentraci siřičitanů změřit. Vyšší množství SO_2 by mohlo být překážkou pro vinaře, kteří plánují jablečno-mléčnou fermentaci (MLF).

3.4.5 Vazby SO_2 ve víně

Slučování SO_2 je jev, který není dosud příliš do hloubky popsaný. Dříve se popisovalo zejména slučování SO_2 s cukry a etylacetaldehydem. Nyní již víme, že hlavní vazby SO_2 v enologii nastávají s karbonylovými sloučeninami. Ukázalo se také, že nejreaktivnější ze všech forem SO_2 je volný oxid siřičitý, tedy volná kyselina siřičitá. V současnosti se prezentují výsledky dlouholetého výzkumu karbonylových sloučenin, které se slučují ve vínech a moštech s oxidem siřičitým. Nutno říci, že množství a typ sloučenin je dán zejména typem vín a zdravotním stavem hroznů.

Nejvýznamější vazby v enologii

Acetaldehyd

Acetaldehyd (ethanal) je bezbarvá, štiplavá kapalina, která vzniká ve víně především jako meziprodukt při tvorbě ethanolu z cukrů. Obsah acetaldehydu ve víně je 30–130 mg/l, což odpovídá možným hodnotám vázaného SO_2 v rozpětí 44–190 mg/l. Ve vínech, ve kterých se volný SO_2 vyskytuje v nízkých koncentracích, dochází vlivem uvolňování nízké disociace kyseliny aldehyd-sírové ke tvorbě acetaldehydu. Acetladehydu vzniklému při této reakci se připisuje odpovědnost za zvětralé tóny ve vínech. Za takřka nemožnou je považována přítomnost volného acetaldehydu ve vínech s obsahem alespoň 10 mg volného SO_2.

Vázání SO_2 s acetladehydem probíhá velmi rychle. Při běžném pH, které se pohybuje okolo hodnoty 3,3 (u většiny červených vín) lze pozorovat během 90 minut vyvázání 98 % celkového množství acetaldehydu. Přibližně po pěti hodinách je vázání již ukončeno. Tvorbou acetaldehydu se snaží kvasinky bránit proti výskytu volného SO_2. Z tohoto důvodu je síření moštů, či rmutů rozhodujícím faktorem ovlivňujícím množství acetaldehydu, resp. podílu vázaného SO_2 ve víně.

Ketokyseliny

Mezi ketokyseliny vyskytující se ve víně lze zařadit především kyselinu pyrohroznovou a kyselinu 2-oxoglutarovou viz. tabulka 3. Tyto kyseliny vznikají ve vínech deaminací aminokyselin jako sekundární produkt alkoholového kvašení, přičemž tvorba těchto kyselin probíhá již na počátku kvasného procesu. Vyšší teplota fermentace a vyšší pH moštů přispívají k větší tvorbě ketokyselin a tím i k větší koncentraci volného SO_2. Množství ketokyselin je důležitý parametr, neboť má přímý vliv na množství vázaného SO_2 ve víně. Snížení obsahu ketokyselin lze u nahnilých hroznů docílit přídavkem thiaminu (vitamin B1). Naopak aplikace thiaminu u moštů z málo nahnilých hroznů nemá na akumulaci ketokyselin zásadní vliv.

Tabulka 3 – Ketokyseliny ve víně (Usseglio-Tomasset, 1995)

Název	**Vzorec**	**Průměrný obsah ve víně (mg/l)**
Kyselina pyrohroznová	CH_3-CO-COOH	10–500
Kyselina 2-oxoglutarová (α-ketoglutarová)	COOH-CO-CH_2-CH_2-COOH	2–350

Cukry a jejich deriváty

Jak již bylo popsáno, vazby SO_2 v enologii nastávají zejména s karbonylovými sloučenimami, tedy s látkami mající aldehydovou nebo ketonickou funkci. Aldehydické a ketonické funkce existují i v molekulách cukrů a některých jejich derivátů. U cukrů lze tedy pozorovat různou schopnost vázat SO_2. Sacharóza a fruktóza touto schopností prakticky nedisponují. Vyšší vaznost je pozorována u arabinózy. Její množství ve vínech je však zanedbatelné.

Nízkou schopnost vázat SO_2 má např. glukóza. Michlovský (2012) udává, že při koncentraci 50 mg/l volného SO_2 1 g glukózy váže 0,3 mg SO_2. Glukóza se ve větších,

či menších koncentracích vyskytuje zejména v moštech a likérových vínech a má tedy vliv na koncentraci volného SO_2.

Velmi důležitou sloučeninou, která váže SO_2, je 5-oxofruktóza (keto-5-fruktóza). 5-oxofruktóza se nejčastěji vyskytuje v moštech z botrytických hroznů. Je produkována octovými bakteriemi typu glukonbacter z fruktózy. Její koncentrace vzrůstá se zvyšující se schopností vázat SO_2 (Comitini et al., 2007). Snaha o snížení 5-oxofruktózy vede zejména přes kvalitní surovinu, tedy přes kvalitní a zdravé hrozny. V průběhu fermentace se koncentrace této substance nemění.

Dikarbonylové sloučeniny

Jedná se o organické látky, v jejichž molekulách se vyskytují dvě karbonylové skupiny. Jejich výskyt lze pozorovat v moštech z hroznů napadených hnilobou, z hroznů napadených plísní *Botrytis cinerea* a v důsledku rozvoje mikroorganismů.

Nejvýznamnější sloučeniny z pohledu vaznosti s SO_2 jsou alfa dikarbonylové sloučeniny glyoxal a methylglyoxal. Glyoxal má spíše malý podíl na vázání s SO_2. Naopak methylglyoxal může ve výjimečných případech vázat 50 mg/l volného SO_2 při koncentraci 50 mg/l. Koncentrace těchto sloučenin v průběhu fermentace klesá.

Ostatní vazby SO_2

V současné době evidujeme i další látky, které mají schopnost vázat SO_2 ve vínech. Koncentrace těchto látek ve vínech je nízká, a proto je jejich vliv na celkový obsah volného a vázaného SO_2 velmi malý.

Z těch nejdůležitějších lze jmenovat následující látky:

Kyselina glukonová, kyselina galakturonová, kyselina glyoxylová, glykoaldehyd, acetoin, diacetyl.

3.5 Použití SO_2 ve vinařské praxi

3.5.1 Dostupné přípravky určené k síření

Sirné řezy

Jedná se o nejstarší způsob síření moštů a vín. Síra je nanesena na papírové, či dříve azbestové destičky – sirné řezy nebo plátky. Sirné řezy obsahují elementární síru. Spalováním elementární síry dochází ke vzniku oxidu siřičitého dle následující rovnice:

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Při spalování sirných řezů ve vinařských nádobách dochází k nepřímému síření, neboť k následujícímu pojmutí SO_2 vínem dochází až po naplnění do nádob.

Koncentrace SO_2 vzniklého spalováním sirných řezů je různá a je přímo závislá na vlhkosti daného sudu, či nádoby. Lze uvést příklad, kdy bylo v suchém prostředí produkováno ze spálených 10 g síry 12 g SO_2, zatímco ve vlhkém prostředí jen 5 g. Z tohoto množství se do vína absorbuje přibližně 40 %. Lze tedy pozorovat různé koncentrace SO_2 a jejich nerovnoměrné pojímání do vína.

Dalším úskalím se zdá být omezení použití, neboť při vyšší koncentraci plynného SO_2 dochází k inhibici hoření síry. Z předpokládaného množství tedy část síry shoří při spalování a část navíc steče po nosném prvku na dno nádoby.

Dávkování doporučené výrobcem je např. 1,25 g plátku na 100 l moštu při požadovaném zvyšování koncentrace oxidu siřičitého o 10 mg/l.

Pyrosulfit draselný – $K_2S_2O_5$

Pyrosulfit draselný (disiřičitan draselný) se nejčastěji na trhu vyskytuje ve formě bílého prášku. Pyrosulfit draselný se rozpadá v kyselém roztoku na dvě molekuly SO_2 a na draselnou sůl. Teoreticky může vzniknout z 222 g pyrosulfitu až 128 g SO_2 v kyselém prostředí. V nekyselém vodném roztoku tato reakce neprobíhá, proto lze používat pyrosulfit pouze do vína, nikoliv ke konzervaci vinařských nádob.

Pyrosulfit draselný ve formě prášku lze aplikovat již na hrozny, protože následným mletím se docílí dobrého promísení a dobrého zapracování do rmutu. Při posypání hroznů práškovým pyrosulfitem také zajistíme vhodnou povrchovou úpravu

při delším stání hroznů a rmutů, zejména za vysokých teplot.

Pro přidání do moštů a vín se vypočítané množství pyrosulfitu nejdříve rozpustí ve vlažné vodě a následně je aplikováno. Tím se dosáhne lepšího promísení a usnadní se plnění do sudů a tanků.

Ze solí kyseliny siřičité se dá doporučit i disiřičitan sodný ($Na_2S_2O_5$), u kterého pozorujeme menší problémy s následným vysrážením vinného kamene.

V poslední době se vyskytuje na trhu mnoho přípravků s různými účinky, obsahující různá aditiva.

(Příklad použití – zvýšení koncentrace SO_2 na 30 mg/l ve 100 l moštu nebo vína:

Dodávané množství pyrosulfitu vypočítáme jako dvojnásobek požadovaného množství oxidu siřičitého. Na 1 l moštu, či vína tedy potřebujeme 30 mg x 2 = 60 mg disiřičitanu draselného. Na žádaných 100 l potřebujeme 60 mg x 100 = 6000 mg.)

Kapalný a stlačený SO_2

Kapalný SO_2 je dostupný v ocelových lahvích o hmotnosti 5–50 kg. Ocelové lahve jsou opatřeny dávkovacím válcem, který zabezpečuje přesné a pohodlné dávkování do nádob různých rozměrů. Při uvolnění se z kapalného SO_2 stává plyn, který se posléze rozpouští ve víně. V tuto chvíli jsou k zakoupení i verze pro malovinaře.

3.5.2 Aplikace SO_2 během jednotlivých fází výrobního procesu

V této části jsou shromážděny doporučené enologické postupy používané v mnoha moderních vinařských podnicích. Uvedené hodnoty udávají různé literární zdroje. V zásadě však lze říci, že množství aplikovaného SO_2 určuje technolog na základě svých zkušeností a zdravotního stavu suroviny. V dnešní době se zejména pro účely zpracování hroznů a moštů používají kombinované přípravky, tedy přípravky, které obsahují např. 50 % disiřičitanu draselného, enologické taniny a kyselinu askorbovou.

Zpracování a lisování hroznů

Při narušení rovnovážného stavu oxidačně redukčních procesů v hroznech révy vinné dochází ke zvýšené oxidaci a následnému hnědnutí. Rychlost oxidace během zpracování hroznů závisí na stupni narušení hroznů, teplotě a na mechanickém zatížení. Narušený hrozen révy dokáže pohltit velké množství kyslíku, čímž se velmi urychluje

činnost oxidačních enzynů. Negativnímu ovlinění kvality suroviny lze zabránit včasnou dávkou SO_2.

Doporučené ošetření hroznů před mletím a lisováním zahrnuje aplikaci disiřičitanu draselného nebo antioxidativního přípravku s 50% obsahem disiřičitanu draselného.

Způsob zpracování a lisování hroznů má zásadní vliv na aktivitu oxidačních enzymů. Z tohoto důvodu je velmi důležité co nejšetrnější zpracování. Bylo pozorováno, že nejnižší aktivity oxidačních enzymů bylo dosaženo při lisování mírně zasířených celých, tedy nepomletých, hroznů. Dobrých výsledků dosahuje také šetrné lisování hroznů v pneumatickém lisu. Naopak nejhorších výsledků a tedy nejvyšší hodnoty oxidačně redukčního potenciálu bylo dosaženo v moštech získaných na kontinuálních lisech. Vzhledem k omezování dávek SO_2 aplikují některé vinařské podniky po lisování bentonit, který na sebe dokáže vázat oxidační enzymy. Aplikací bentonitu do moštu se však snižuje obsah dusíkatých látek, důležitých pro kvasinkovou fermentaci.

Doporučené dávkování SO_2 na hrozny (aplikace před mletím nebo v lisu):

- Bílá a rosé vína – 10 g/100 kg
- Červená vína – 5–10 g/100 kg

Odkalení a fermentace

Oxidační vlivy na mošty působí velmi rychle. Je tedy zapotřebí, aby byly aplikovány dávky SO_2 co nejdříve a co nejintenzivněji před začátkem alkoholové fermentace. V případě přidání SO_2 do kvasícího moštu dochází k okamžitému vázání s acetladehydem, a tím ke ztrátám účinnosti. Pro účinnou ochranu před oxidativními vlivy je nutné zajistit rovnoměrné promísení SO_2 v každé dávce moštu. Mírným sířením lze oddálit start fermentace a získat tím čas pro odkalení a zchlazení moštu. I když se tímto způsobem zvyšuje extrakce tříslovin, zabrání se negativnímu oxidativnímu vývoji.

Velmi podstatnou roli při zpracování hroznů a před začátkem fermentace hrají zkušenosti enologa. Po sklizni hroznů je velmi důležité provést optickou i laboratorní zkoušku suroviny a stanovit si její rizikovost. Klíčovými faktory jsou zejména zdravotní stav hroznů, míra napadení plísněmi a hodnota pH moštu.

V dnešní době se používá SO_2 také k zastavení kvašení u vín, kde očekáváme vyšší obsah zbytkového cukru. Zastavování kvašení se většinou provádí aplikací dávky až 100 mg/l SO_2 a stočením vína z kalů.

V dnešní době si vinaři ukládají snahu snižovat koncentrace SO_2 ve vínech. Z tohoto důvodu je striktně doporučováno omezit dávkování SO_2 do kvasících a dokvášejících moštů.

Doporučené ošetření moštů bílých a rosé vín před fermentací

- Zdravé hrozny, nižší stupeň zralosti – 50 mg/l
- Zdravé hrozny, vyšší stupeň zralosti – 50–80 mg/l
- Hrozny napadeny hnilobou – 80–100 mg/l

3.5.3 SO_2 během uchovávání, zrání a finalizace vín

Uchovávání vín

V průběhu uchovávání vín je nutné chránit víno před oxidací. Bílá a rosé vína s obsahem volného SO_2 pod 10 mg/l vykazují senzorický pokles aromatické svěžesti a komplexnosti. U červených vín je tato hodnota takřka 20 mg/l a to zejména díky obsahu antokyanů a tříslovin. Vína, která pocházejí z hroznů silně zasažených hnilobou vyžadují minimální koncentraci alespoň 30 g/l volného SO_2.

U některých typů vín je mírný stupeň oxidace, či jistý oxidativní charakter vítaným prvkem. U těchto vín se dávky SO_2 snižují na nízké hodnoty.

Cílem aplikace SO_2 během uchovávání vín je jejich mikrobiální stabilita. V tuto chvíli je důležité naprosto eliminovat působení mikroorganismů, zejména kvasinek a bakterií. Volný SO_2 ve většině případů a ve většíně vín tuto činnost zajišťuje. Ohrožena jsou zejména červená vína, u kterých neproběhla MLF. U těchto vín je nutné zvýšit dávky SO_2.

Velmi obáváným jevem, probíhajícím zejména u sladkých vín, je tzv. refermentace. Tu zajišťují kmeny kvasinek, které jsou odolnější vůči SO_2. Vyšší obsah cukru ve vínech je často spojen s nižším obsahem alkoholu. Abychom zajistili stabilitu těchto typů vín, musíme aplikovat SO_2 s ohledem na množství alkoholu. Při obsahu alkoholu cca 11% obj. bude vyžadována dávka 50 mg/l volného SO_2. Naopak při

alkoholu 13% obj. postačuje koncentrace SO_2 30 mg/l. Dalším faktorem ovliňujícím refermentaci sladkých vín je skutečnost, že i přes vyšší dávky SO_2 může refermentace odstartovat z masy kvasničních kalů. Je tedy velmi důležité hlídat velikost populace kvasinek ve sladkých vínech.

Změny koncetrace SO_2 v průběhu ležení

Koncentrace SO_2 ve vínech není stálá po celou dobu ležení a zrání vín. V průběhu zrání vín dochází k postupným ztrátám SO_2, bez ohledu zda je uskladněno v tancích, sudech, či lahvích. Ačkoliv je SO_2 vysoce těkavá látka, během zrání již nedochází k jeho většímu úniku z nádob. Nyní již také víme, že nedochází k jeho postupnému vyvazování, neboť k vazbám se složkami vína dochází většinou do 5 dnů od aplikace SO_2. Postupně se dostává volný SO_2 do rovnováhy a jeho úbytek je spíše připisován oxidaci vín. Během všech operací s vínem je nevyhnutelné měřit obsah siřičitanů, a to buď laboratorně, nebo pomocí dostupných testů.

Příprava vín před lahvováním

Dávky SO_2 před lahvováním se většinou odvíjejí od typu vína, analytických hodnot a zkušeností vinaře. Zásadní vliv na množství přidaného SO_2 má tedy zejména obsah alkoholu, pH vína a množství zbytkového cukru. Svůj podíl při rozhodování jakými dávkami SO_2 opatřit před lahvováním sehrává typ uzávěru. Různé literatury prezentují rozdílné dávky SO_2 ve vinařské praxi. V zásadě se doporučují následující koncentrace volného oxidu siřičitého před lahvováním.

Hodnoty SO_2 před lahvováním:

- Bílá a rosé vína – doporučené koncentrace volného SO_2 před lahvováním jsou 35 mg/l (screwcap, skleněné uzávěry), 30–40 mg/l (korkové uzávěry, korkové aglomeráty) a 45–60 mg/l u sladkých vín.
- Červená vína – doporučené koncentrace volného SO_2 před lahvováním jsou 30 mg/l (screwcap, skleněné uzávěry), 30–35 mg/l (korkové uzávěry, korkové aglomeráty) a 35–50 mg/l u sladkých vín.

3.5.4 Sterilizace výrobních prostor a nádob

Síření sudů

Síření sudů je velmi důležité z hlediska jejich zdravotní nezávadnosti. Samotné síření lze provést tzv. suchou nebo mokrou konzervací. První zmíněná, tedy suchá konzervace, se používá u sudů, které budou prázdné jen krátký časový úsek. Suchá konzervace se provádí spalovávím sirných řezů v pravidelných intervalech. Je ovšem velmi důežité, aby sířené sudy byly suché. V mokrých sudech se účinnek SO_2 snižuje. Pokud je sud delší dobu prázdný a je pravidelně sířen, hrozí, že se v něm bude hromadit kyselina sírová. Po delším ležení by se sudy měly ideálně vyluhovat 0,2% roztokem sody a důkladně vypláchnout vodou. Dávkování sirných řezů znázorňuje tabulka 4.

Tabulka 4 – doporučené dávkování sirných řezů 3 g (Farkaš, 1983)

Objem sudu	**Počet sirných řezů**
225 l	1–2 řezy
300–500 l	2-–4 řezy
600–1200 l	4–5 řezů
1200–2400 l	5–6 řezů

Při mokré konzervaci se plní sudy vodným roztokem kyseliny siřičité. Takto zakonzerované sudy by v zásadě neměly pojmout kyselinu sírovou. Nespornou výhodou je i odstranění vinného kamene a částečné vybělení sudů.

Síření sklepů a výrobních prostor

V zásadě lze řici, že ve všech částech výrobních prostor je možný výskyt mikroorganismů. Nejvíce mikrorganismů se vyskytuje na podlahách, stěnách sklepů a hal nebo veškerých technologických a přepravních zařízeních. K zabránění jejich rozmnožování je velmi nutné udržovat čistotu a zároveň provádět dezinfekci prostor.

K dezinfekci prostor je vhodné použít oxid siřičitý ve formě 2% roztoku a nebo plynu. Čisté a sterilní prostředí má velký vliv na výslednou kvalitu vín.

3.5.5 Metody stanovení SO_2

Oxid siřičitý je uveden na seznamu alergenů, jak se dozvíme v dalších kapitolách. Od doby, kdy se zjistilo, že oxid siřičitý může pro člověka představovat zdravotní riziko, se rozvíjí a zdokonaluje snaha o co nejjednodušší a nejpřesnější metody pro jeho stanovení. Obvyklé metody jsou ve své podstatě jednoduché a relativně přesné. V poslední době se také setkáváme u některých výrobců s komplexními a přesnými malými vinařskými laboratořemi.

Referenční metoda

Tato metoda využívá všech poznatků o SO_2. Oxid siřičitý je těkavá látka a je tím pádem dobře unášena vzduchem či dusíkem. Zkoumaný vzorek je potřeba řádně připravit a ustálit jeho teplotu. Řádně uzavřená láhev se nechá uložit v laboratoři při 20 °C minimálně dva dny před stanovením. K samotnému stanovení se používá aparatura podobná destilační aparatuře.

Touto metodou lze stanovit volnou i vázanou formu SO_2. Vzájemný poměr obou forem je dán hodnotou pH a teplotou, z čehož lze procentuálně vyjádřit i míru molekulárního SO_2.

Titrační jodometrie

Titrační jodometrie je jedna z nejrozšířenějších metod pro stanovení SO_2 ve víně. Je využívána velkými vinařskými závody i malými vinaři. Jodometrie je založená na principu redukce jódu na jodid v neutrálním prostředí. Daný roztok nejprve reaguje s volným SO_2 tím, že ho oxiduje. Vázaný SO_2 se nejdříve musí oxidací uvolnit z vazeb karbobylovými sloučeninami v alkalickém prostředí.

Pomocí jodometrie lze rychle a relativně přesně určit obsah volného i vázaného SO_2 ve víně i v moštech.

Tabulka 5 – příklad přepočtu síry v případě titrace jodem, hodnoty SO_2 podle spotřeby jodu (OIV)

Spotřeba jodu při titraci (j)	Stav volného SO_2 v mg/l
0,1	1
0,5	6
1,0	13
1,5	19
2,0	26
3,0	38
4,0	51
4,8	61

V zásadě lze jodometrií stanovovat SO_2 různými metodami. Tou nejběžnější meotodou je tzv. metoda EHS nebo-li standartní jodometrie. Druhou metodou je metoda OIV, která je definována jako nařízená pro akreditované laboratoře, do které mohou svá vína posílat vinaři před zatříděním. Výpočet SO_2 při titraci jódem znázorňuje tabulka 5.

Alternativní metody

Ve vyspělejších laboratořích pracují se složitějšími a relativně přesnějšími metodami než-li jsou metody standardní. Některé z nich jsou využívány i státními kontrolními orgány, jako je např. SZPI. Nejvýznamější metodou je zejména automatická titrace, interferometrie, kapalinová chromatografie, či průtoková chronopotenciometrie.

3.6 Možnosti snížení množství aplikovaného SO_2 ve vínech

S rozvojem znalostí chemie se v posledních letech zoptimalizovaly dávky aplikovaného SO_2. Nové poznatky a technologické postupy zajistily postupné snížení povolených limitů siřičitanů ve víně. Vzhledem k negativním projevům siřičitanů na lidské zdraví se vinaři v současné době stále více zaobírají možnostmi snížení, či jejich nahrazením ve víně a moštech. Existují také metody a prostředky, které dokaží zvýšit účinnost siřičitanů ve víně. V nětkerých případech lze aplikovaný oxid siřičitý naprosto elimininovat. K tomu, aby mohli vinaři zvolit správný technologický postup si musí stanovit v jaké fázi a s jakým cílem budou siřičitany nahrazovat. Pro přesné stanovení a optimalizaci dávek SO_2 je zapotřebí především správně stanovit jeho koncetraci. Jisté

je, že veškeré snahy o snížení, redukci, či vyloučení SO_2 nevedly k příliš uspokojivým výsledkům.

V této kapitole jsou uvedeny základní a nejpoužívanější metody, postupy a chemické látky, které umožňují snížit koncentrace SO_2 ve vínech.

3.6.1 Technologické postupy

Metoda sur-lie

Metoda zrání mladých vín na kvasničních kalech (franc. „sur-lie“) za současného promíchávání (z francouz. „élevage“ – ležení a „battonage“ – promíchávání). Pro správné provedení metody sur-lie je vhodné neaplikovat v průběhu oxid siřičitý. Velmi důležité je použití hroznů, které neobsahují přiliš velké množství elementární síry a také opatrná aplikace SO_2 do moštů.

Pokud je víno určeno ke zrání na kalech, je vhodné stanovit dávku SO_2 přibližně na 30 mg/l. Kvasinky samy produkují určité množství sirovodíku, ale pokud při dokončení fermentace není senzoricky zaznamenatelné, jen málokdy se tak stane později. To v praxi znamená, že po dokvašení není nutné přidávat SO_2, neboť kaly mají vysokou antioxidační schopnost (Baroň, Folia 2014).

Zráním na kvasnicích dochází k autolytickému rozkladu kvasnic za vzniku dusíku, glykoproteinů a polysacharidů, tedy látek, které dokáží nepatrně obohatit i výslednou chuť vín.

Kvasnice při metodě sur-lie působí antioxidačně a podílejí se i na stabilizaci barvy u červených vín. Vína, která byla vyrobena metodou sur-lie, vykazují vyšší mikrobiální stabilitu.

Během výroby vína metodou sur-lie je velice důležité pravidelně provádět senzorické hodnocení a sledovat přítomnost redukčních tónů (Baroň, Folia 2014).

Biologické odbourávání kyselin

Biologické odbourávání kyselin nebo též malolaktická fermentace (MLF) je proces, při kterém dochází k částečné přeměně kyseliny jablečné na jemnější kyselinu

mléčnou. Výsledkem tohoto procesu je víno, které vykazuje nižší potřebu SO_2, řádově 10–15 mg/l. Konverzi kyseliny jablečné zajišťují bakterie mléčného kvašení, které využívají kyselinu jablečnou jako zdroj energie. Nejčastěji se jedná o bakterie *Oenococcus oeni* a dále bakterie rodu *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Největší koncentrace těchto bakterií pozorujeme po alkoholovém kvašení. Před ním ani v jeho průběhu se tyto bakterie příliš nemnoží ani nevykazují přílišnou aktivitu. Biologické odbourávání kyselin je podmíněno teplotou alespoň 22 °C, hodnotou pH odbourávaného vína minimálně 3,1 a absencí volného oxidu siřičitého. Hodnota celkového oxidu siřičitého by dále neměla překročit koncetraci 50 mg/l. Bakterie nejdříve přeměňují kyselinu mléčnou, později kyselinu citronovou a dále cukr. Jablečno-mléčná fermentace ovlivňuje výslednou aromatiku i chuť vín. Záleží na vinaři, zda-li dojde k pozitivnímu, či negativnímu ovlivnění. Pozitivní vlivy jsou zejména nižší potřeba SO_2, mikrobiální stabilizace, obohacení chuti o jemnější kyselinu mléčnou. Je potřeba si dát pozor na vyšší tvorbu diacetylu, který ve vyšších koncentracích způsobuje nepříjemné sýrové a jogurtové aroma.

Největším rizikem spojeným se špatně provedenou MLF je produkce kyseliny octové, která je zodpovědná za většinu těkavých kyselin vína. Během MLF vzniká především z metabolismu cukrů a odbouráváním kyseliny citronové (Baroň, Folia, 2014).

3.6.2 Fyzikální postupy

Ve snaze omezit používání chemických látek v potravinářském průmyslu se vyvíjely v průběhu několika desítek let nové metody pro zajištění delší trvanlivosti a stability potravin.

Ve vinařství se některé metody používají více než 150 let, například pasterace (vlivem angličtiny je používán také termín pasterizace), jiné jsou ve fázi testování a představují velmi slibnou budoucnost, např. pulzní elektrické pole (Baroň, Folia, 2014). V této práci se zaměříme zejména na pasteraci a vliv ultrafialového záření za účelem snížení dávek aplikovaného SO_2.

Pasterace

Pasterace je metoda stabilizace vín, která je založena na principu zahřívání vína a vinných lahví až na teplotu 48 °C, přičemž koncentrace SO_2 se doporučuje cca 30 mg/l. Po aplikaci této metody lze uchovávat i vína s vyšším obsahem cukru s relativně nízkou koncentrací SO_2. K masivnímu rozšiřování u vinařů nedochází kvůli nadměrnému snižování senzorických vlastností vín.

Ultrafialové záření

Ultrafialové záření je elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou kratší než viditelné světlo. Zdrojem takového záření je Slunce, ale lze jej generovat i uměle pomocí tzv. germicidní lampy. UV záření se nejčastěji vytváří při průchodu proudu mezi dvěmi elektrodami v křemenné trubici s rtuťovými parami. Dle vlnové délky rozlišujeme UVA, UVB a UVC záření. Ve vínech se testuje UV záření zejména z důvodu eliminace množství aplikovaného SO_2. UV záření má letální a ihbibiční účinky na mikroorganismy. Metoda použití UV záření zajišťuje takřka nulové znehodnocení důležitých kvalitativních parametrů vín. Během testování byly pozorovány pouze jisté změny v barevnosti vín.

3.6.3 Chemické látky umožňující nižší dávky SO_2

V následující kapitole je zmíněno několik nejrozšířenějších chemických látek, které se používají k žádoucímu snížení obsahu oxidu siřičitého ve víně. Většina těchto látek nenahrazuje SO_2, ale při reakci s ním vykazuje pozitivní účinky na vína, mošty a rmuty.

Kyselina askorbová

Nese označení také vitamin C a vyskytuje se běžně v plodech ovocných stromů a v nízkém množství se nachází i v hroznech révy vinné. Ve vínech se takřka neobjevuje, neboť se vytrácí během fermentace a vlivem oxidace moštů. Během silné oxidace dochází ke vzniku peroxidu vodíku. Jako redukční činidlo je kyselina askorbová považována za vhodnou alternativu SO_2. V současnosti se používá společně s přídavkem SO_2 v koncentraci do 100 mg/l. Maximální povolené množství kyseliny askorbové aplikované do vína je 150 mg/l. Nad tuto hranici již také ovlivňuje

senzorické vlastnosti vín, zejména kyselost. Jako antioxidant působí kyselina askorbová rychleji než oxid siřičitý a většinou nesnáší vystavení vína vlivu vzdušného O_2.

Fenolické látky

Ve snaze omezit používání oxidu siřičitého se již dříve zkoumaly účinky fenolických sloučenin. Fenolické sloučeniny vykazují antioxidační vlastnosti tím, že dokáží neutralizovat volné rádikaly. Při tomto procesu dochází k jejih oxidaci na chinony a semichinony. Ve vinařství se využívají zejména fenolické látky, které označujeme jako taniny nebo enologické taniny.

Enologické taniny jsou vysokomolekulární látky, které jsou syntetizovány z rostlin. Podle jejich biologického původu můžeme enologické taniny rozdělit na tzv. kondenzované taniny nebo hydrolyzovatelné taniny. Kondenzované taniny pocházejí z hroznů révy vinné, zatímco hydrolyzovatelné taniny jsou získávány ze dřeva, nejčastěji dubového.

Použití taninů zlepšuje strukturu vína, stabilizuje barvu, chrání víno před oxidací a omezuje činnost enzymu lakáza. Soubor těchto vlastností umožňuje snížení dávek SO_2 ve vinařské praxi.

Enologické taniny lze používat při výrobě bílých, rosé a červených vín. Nejčastěji se aplikují do moštu, či rmutu. Při výrobě červených vín se mohou enologické taniny aplikovat i po skončení MLF a to zejména z důvodu protekce vína před oxidací.

Z hlediska managementu oxidu siřičitého ve víně je důležitější přídavek kondezovaných taninů, které mají lepší antioxidační účinky a dokáží v některých případech nahradit používání oxidu siřičitého.

Dimetyldikarobnát (DMDC)

Dimetyldikarbonát je účinný konzervant, který je používán v potravinářském průmyslu již řadu let. Jedná se o bezbarvou kapalinu s ostrým zápachem, která je nebezpečná při vdechování a způsobuje problémy při kontaktu s lidskou pokožkou.

Používá se zejména k zajištění mikrobiální stability vín. Působí inhibičně na kvasinky a bakterie. Při správném dávkování zajišťuje plnou sterilitu vín. Doporučuje se používat dimetyldikarbonát za účelem snížení množství aplikovaného SO_2. Vinař může

přistoupit ke snížení množství SO_2 přidávaného do vína, ale nikoliv k jeho naprostému vyloučení. Dimetyldikarbonát nezajišťuje ochranu před oxidací.

Nejčastěji se DMDC aplikuje do vín před lahvováním. Ve víně je dimetyldikarbonát odbouráván za současného vzniku metanolu, oxidu uhličitého a etylkarbamátu. Koncentrace metanolu není příliš vysoká a nemá pravděpodobně vliv na zdravotní závadnost vín ošetřených DMDC.

Tato látka je povolena v členských zemích EU, přičemž maximální povolené množství je 200 mg/l. V zemích jako je Austrálie a Nový Zéland není dimetyldikarbonát povolen přidávat do vín.

Lysozym

Za účelem snížení množství aplikovaného oxidu siřičitého je možné použít lysozym, který má antibakteriální účinky. Lysozym je enzym, který je extrahován z vaječného bílku. Lysozym inhibuje činnost mléčných bakterií, u kterých dochází vlivem jeho působení k pozvolnému odbourávání buněčných stěn. Na kvasinky a octové bakterie vliv přiliš nemá.

Při výrobě bílých vín se doporučuje dávka lysozymu 500 mg/l do moštu. Tuto dávku je možné rozdělit do dvou kroků, konkrétně polovinu dávky do moštu a druhou polovinu dávky do hotového mladého vína.

V případě červených vín se lysozym může aplikovat při použití tzv. karbonické macerace, z důvodu oddálení MLF.

Nespornou výhodou použití lysozymu je možnost použití do moštů, které kvasí déle, z důvodu inhibice rozvoje mléčných bakterií.

OIV schválila používání lysozymu již v roce 1997. Jeho maximální koncentrace v rámci Evropské unie byla stanovena na 0,5 g/l.

Kyselina sorbová

Kyselina sorbová je zástupce nenasycených karboxylových kyselin. Ve vínech se nejčastěji používá jako konzervační látka. Nejlépe působí s oxidem siřičitým proti činnosti kvasinek a plísní, přičemž ideální dávka je 20 g/l. Zároveň s použitím kyseliny

sorbové je žádoucí zajištění koncetrace SO_2 přibližně 30 mg/l. Kyselina sorbová je zařazena mezi alergenní látky a nese označení E200.

Nisin

Nisin je polypeptid, který je tvořen 34 aminokyselinami. Molekula nisinu obsahuje pět vazeb disulfidických můstků, což zvyšuje jeho termickou stabilitu v kyselém prostředí. Vyrábí se izolováním z bakterií *Lactococcus lactis* nebo *Streptococcus lactis*. Ve vínech se nisin používá zejména pro jeho antibakteriální účinky. V případě aplikace nisinu je možné nepatrně snížit dávky SO_2.

Nyní se nisin nachází v překlenovací fázi, neboť se čeká na prokazatelnou nezávadnost na lidské zdraví. Všeobecně se však nisin považuje za bezpečnou látku a kromě vína ji nalezneme především v sýrech. Nisin nese označení E234.

Thiamin (vitamin B1)

Tato látka se přidává do moštů na začátku fermentace. Důvodem použití je snaha o změnu metabolismu kvasinek a zabránění tvorby ketonových sloučenin, které váží oxid siřičitý.

Tímto způsobem při stejné dávce SO_2 bude jeho větší část ve volné formě. Zákony EU dovolují pro každé ošetření dávku maximálně 0,6 mg/l. Používá se ve formě tiamin hydrochloridu (Smrčka, 2014).

3.6.4 Metody pro snížení koncentrace SO_2 ve vínech a moštech

Vzhledem k tomu, že množství SO_2 ve vínech je zákonem omezeno a kontrolováno, je důležité, aby se do oběhu nedostalo tzv. přesířené víno. Hovoříme o prokazatelně přesířeném víně, které senzoricky vykazuje extrémní projev SO_2 a zároveň nesplňuje zákonné limity. V tomto případě lze u mladých vín přistoupit k provzdušnění, a tím docílit snížení koncetrace SO_2 při zachování aromatických látek. Vína starších ročníků může vinař spíše scelit s víny mladšími, které mají nižší koncentrace SO_2. Starší vína by mohlo provzdušnění připravit o jejich cenné aroma.

Další metodou pro odsíření je použití speciálních zařízení, která pracují na principu zahřívání vín a moštů pod vakuem. Při tomto odsiřování oxid siřičitý po zahřátí

prchá. Bohužel optimální výsledky tato metoda poskytuje zejména při odsíření moštů. U vín hrozí ztráta aromatického projevu a etanolu.

Vzhledem k negativním vlivům vyšších koncentrací SO_2 na lidské zdraví je nezbytné ve vinařstvích kontrolovat množství SO_2. V případě, že dojde k tzv. přesíření, je enolog nucen snížit množství SO_2 ve vínech některou z metod.

3.7 Legislativní požadavky na používání SO_2

SO_2 je nejdéle používaný konzervant ve víně vůbec. Bohužel pozitivní vlastnosti při zpracování hroznů a výrobě vína jsou do jisté míry limitovány skutečností, že mají siřičitany negativní vliv na zdraví člověka. V době kdy v ČR atakujeme hodnotu roční spotřeby vína na hranici 20 litrů na osobu je zdravotní hledisko stále více zmíňováno. Zásadní je uvědomit si skutečnost, že 20–25 % dospělé populace vykazuje větší či menší alergii na oxid siřičitý. Tato alergie je pozorována i u produktů, u kterých je oxid siřičitý obsažen v hodnotách odpovídajících mezním normám pro obsah SO_2 ve víně.

3.7.1 Označování alergenů

Dle nejnovějších studií trpí určitou potravinovou alergií nebo nesnášenlivostí 1–3 % dospělé populace. Některé typy alergií dokonce ohrožují život i po konzumaci malých dávek. Z důvodu účinné ochrany spotřebitele s alergií je nutné ho informovat o obsažených alergenech v dané potravině. Jedině tím může jedinec, který trpí alergií, vyloučit požití těchto látek a ochránit své zdraví.

Oxid siřičitý představuje pro lidský organismus zvýšenou hrozbu, proto je dle nařízení (ES) č. 606/2009 nutné jej označovat na etiketách a obalech vín již od koncentrace 10 mg/l. Povinností každého vinaře, který uvádí víno do oběhu, je řádně tuto skutečnost označit. V České republice se siřičitany označují slovním spojením „obsahuje siřičitany“ nebo „obsahuje oxid siřičitý“. Ostatní členské státy ES mohou připojit také speciální piktogram (viz. obr. 2). Údaje o SO_2 ještě mohou doplnit případné další alergeny. Ve vínech se kromě oxidu siřičitého mohou vyskytovat alergeny jako je např. vaječný bílek, albumin nebo rybí želatina.

Obrázek 2 - označování alergenů piktogramem

3.7.2 Limity SO_2 ve víně

Tichá vína

Hodnoty SO_2 ve víně jsou hlídány a jeho maximální koncentrace jsou pevně definovány. V rámci evropské unie je kontolními orgány hlídána a kontrolována hodnota veškerého oxidu siřičitého a není tedy legislativně ustanovena hodnota volného oxidu siřičitého. Množství celkového SO_2 je součtem všech jeho forem.

Mezní koncentrace oxidu siřičitého v ČR se liší s ohledem na typ vína a jsou stanoveny dle následujícího nařízení (ES) 606/2009 s účinností od 10. 7. 2009.

Celkový obsah oxidu siřičitého nesmí u tichých vín překročit:

- 150 mg/l u červených vín
- 200 mg/l u bílých vín

Horní mez koncentrace oxidu siřičitého je zvýšena na následující hodnoty u vín, které obsahují více než 5 g/l zbytkového cukru:

- 200 mg/l u červených vín
- 250 mg/l u bílých vín

Pro přívlastková vína se mezní koncentrace ještě zvyšují na:

- 300 mg/l pro kategorii pozdní sběr
- 350 mg/l pro kategorii výběr z hroznů
- 400 mg/l pro kategorii výběr z bobulí, výběr z cibéb, ledové a slámové víno

Šumivá vína mají předepsané mezní hodnoty oxidu siřičitého stanoveny na:

- 185 mg/l pro všechny kategorie šumivých vín
- 235 mg/l pro ostatní šumivá vína

Mezní hodnoty musí být dodržovány také u likérových vín v následujících hodnotách:

- 150 mg/l pro likérová vína s obsahem cukru nižším než 5 g/l
- 200 mg/l pro likérová vína s obsahem cukru vyšším než 5 g/l

Hodnoty pro mezní koncentrace oxidu siřičitého jsou stanoveny v rámci v Evropy. Na základě nepříznivého vývoje klimatických podmínek je ve výjimečných ročnících povoleno požádat o zvýšení limitů. V ČR tuto vyjímku neevidujeme, avšak v některých sousedských státech již byla vyjímka udělena. Konkrétně udává příloha I B nařízení (ES) 606/2009 vyjímku letech 2000 a 2006 v některých vinařských regionech v Německu.

Určitá specifika mají také dnes již velmi rozšířená biovína. U těchto vín jsou maximální hodnoty oxidu siřičitého nižší. Enologická pravidla a postupy u biovín stanovuje nařízení komise (ES) č. 203/2012, které stanovuje mimo jiné povolené kozervační prostředky. Pro ošetření biovín je možné siřičitany aplikovat ve formě oxidu siřičitého, disiřičitanu draselného nebo metadisiřičitanu draselného. Mezní hodnoty obsahu oxidu siřičitého vyplívající ze zmíněného nařízení evropské komise:

- Červená vína s maximálním obsah cukru do 2 g/l mohou obsahovat nejvíce 100 mg/l
- Bílá a rosé vína s maximálním obsahem cukru do 2 g/l mohou obsahovat nejvíce 150 mg/l
- Ostatní biovína s obsahem cukru vyšším než 5 g/l se řídí mezními hodnotami konvenčních vín, sníženými o 30 mg/l. Víno s přívlatkem pozdní sběr ve formě biovína má mezní hodnotu 270 mg/l.

4. ZÁVĚR

Cílém mé bakalářské práce na téma oxid siřičitý v enologii bylo zpracovat dostupné literární podklady a poskytnout ucelený přehled k danému tématu.

Na základě těchto informací považuji za zásadní prvek při výrobě špičkových vín uvědomělou a cílenou aplikaci oxidu siřičitého s pochopením základních vlastností této látky. Bez pochopení vazeb SO_2 ve víně a redukčních vlastností nelze dle mého názoru správně oxid siřičitý aplikovat. Nesprávná aplikace naopak vede k zásadnímu ovlivnění organoleptických vlastností vín.

Oxid siřičitý se ve vínech vyskytuje v molekulární, volné a vázané formě. Součtem těchto hodnot se definuje obsah veškerého SO_2. Z pohledu vinaře je nezbytné tyto hodnoty v průběhu zpracování a finalizace vín hlídat, neboť SO_2 může některým lidem při vyšších koncentracích způsobovat vážné zdravotní komplikace.

Po zpracování dostupné literatury lze konstatovat, že oxid siřičitý je stále v tuto dobu ve vinařství naprosto nepostradatelný a bez jeho aplikace v zásadě nelze docílit bezchybného vína. I veškeré konzultace se samotnými vinaři naznačují, že použití oxidu siřičitého je základní věc a určitý kvalitativní prvek jejich vín. Nesmím však opomenout, že koncentrace SO_2 by měly být stanovovány některou z uvedených metod a nemělo by být do oběhu uvedeno víno, které nesplňuje maximální množství SO_2 v mg/l.

5. SOUHRN A RESUMÉ

Bakalářská práce popisuje charakteristiku oxidu siřičitého, jeho základní vlastnosti ve vztahu k enologii a jeho vliv na organoleptické vlastnosti vín. Součástí práce je popis různých metod aplikace oxidu siřičitého a doporučené dávkování v jednotlivých fázích vinifikace. Část práce se věnuje přímým dopadům působení oxidu siřičitého na lidské zdraví. Předmětem této práce je také zhodnocení současného trendu, který je orientován ke snižování dávek SO_2 a možnostem jeho nahrazení. V závěru práce je rovněž zmíněna současná legislativa v rámci evropské unie, podmínky použití oxidu siřičitého a problematika označování oxidu siřičitého jako alergenu.

Klíčová slova: síra, oxid siřičitý, enologie, alergeny

Bachelor's thesis describes the characteristics of sulfur dioxide, its basic characteristics in relation to oenology and its impact on the organoleptic qualities of wines. Part of this work is a description of various methods and applications of sulfur dioxide and its recommended dosage in various steps of winemaking. Part of the work is devoted to direct effects of sulfur dioxide on human health. The object of this work is to evaluate the current trend, which is oriented to the reduction concentration of SO_2 in wines and possibilities of its replacement. In the conclusion is also mentioned current legislation within the European Union, the conditions of use of sulfur dioxide and sulfur dioxide issue of labeling as an allergen.

Keywords: sulfur, sulfur dioxide, oenology, allergens

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAROŇ, M., Možnosti snížení oxidu siřičitého ve vínech révy vinné. 2013. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISSN 1803-2109.

CLARKE, R.J., BAKKER, J. Wine flavour chemistry. 2004. Ames, Iowa: Blackwell Pub., c2004. ISBN 14-051-0530-5.

COMITINI, F., CIANI, M., The inhibitory activity of wine yeast starters on malolactic bacteria. Annals of Microbiology [online]. 2007, 57(1), 61-66 [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.1007/BF03175051.ISSN1590-4261. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/BF03175051

EISENMAN, L., The home winemakers manual. Ramona, California, 1998.

FARKAŠ, J., Biotechnológia vína. 2. preprac. vyd. Bratislava: Alfa, 1983. Edícia potravinárskej literatúry (Alfa). ISBN -.

FIC, V., KUBÁŇ, V., MARCINČÁK, P., Možnosti snížení množství oxidu siřičitého biologickou cestou. Vinařský obzor. 2016, 109(4), 197-199. ISSN 1212-7884.

FUGELSANG, K.C., EDWARDS, Ch.G., Wine microbiology. 2nd ed. /. New York, NY: Springer, c2007. ISBN 03-873-3349-5.

HENDERSON, P., Introduction to Enology. In: Santa Rosa Junior College [online]. [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: http://www.santarosa.edu/~jhenderson/

JACOBSON, J. L., Introduction to wine laboratory practices and procedures [online]. 2006. New York: Springer, 2006. ISBN 03-872-5120-0.

KRAUS, V., HUBÁČEK, V., ACKERMANN, P., Rukověť vinaře. 3. vyd. Praha: Brázda, 2010. ISBN 978-80-209-0378-5.

MICHLOVSKÝ, M., Bobule. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-3-2.

MICHLOVSKÝ, M., Příprava bílých vín. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-4-9.

MICHLOVSKÝ, M., Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-2-5.

MICHLOVSKÝ, M., Víno a oxid siřičitý. Vinařský obzor. 2012, 105(11), 569-570. ISSN 1212-7884.

MICHLOVSKÝ, M., Oxid siřičitý v enologii. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2012, 151 s. ISBN 978-80-905319-0-1.

MINÁRIK, E., Chémia a mikrobiológia. 1986. Bratislava: Príroda, 1986.

OLIVEIRA, C.M., FERREIRA, A.C.S., DE FREITAS V., SILVA A.M.S., Oxidation mechanisms occurring in wines. Food Research International [online]. 2011, 44(5), 1115-1126 [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.050. ISSN 09639969. Dostupné z: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996911002092

PAVLOUŠEK, P., Výroba vína u malovinařů. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.

POLO, M. C., MORENO-ARRIBAS, M. V. (eds.). Wine chemistry and biochemistry. 2009. New York: Springer, c2009. ISBN 978-0-387-74118-5.

PRŮŠA, K., ZAJÍČEK, M., VAJČNER, P., Problematika síření vín. Kvasný průmysl. 1986, 32(7), 174-175.

RIBÉREAU-GAYON, P., The chemistry of wine stabilization and treatments. 2006. New York: Wiley, c2000. Traité d'oenologie, v. 2. ISBN 04-719-7363-7.

RIBÉREAU-GAYON, P., The microbiology of wine and vinifications. 2006. New York: Wiley, c2000. Traité d'oenologie, v. 1. ISBN 04-719-7362-9.

SANDLER, M., PINDER, R. (eds.). Wine: a scientific exploration. New York: Taylor, 2003. ISBN 04-152-4734-9.

SMRČKA, J., Použití oxidu siřičitého při výrobě vína. Lednice, 2013. Vedoucí práce Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.

STEIDL, R., Po cestách ke špičkovému vínu. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. ISBN 978-80-903201-8-5.

STEIDL, R., Sklepní hospodářství. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Překlad Jiří Sedlo. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. ISBN 978-80-903201-9-2.

ŠÁTEK, J., Možnosti snížení a náhrady oxidu siřičitého ve víně. Lednice, 2013. Vedoucí práce Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.

ŠILHÁNKOVÁ, L., Mikrobiologie pro potraviná̌re a biotechnology. Vyd. 3. [i.e. 4.], opr. a dopl., v nakl. Academia 1. vyd. [i.e. 2. vyd.]. Praha: Academia, 2008. ISBN 978-80-200-1703-1.

USSEGLIO-TOMASSET, L., Chimica enologica: con richiami di chimica generale, chimica organica e chimica fisica. 4a ed. ampliata ed aggiornata. Brescia: ed. AEB, 1995. ISBN 978-887-1227-139.

VELÍŠEK, J., Chemie potravin. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-5900-3.

VOLDŘICH, R., Technologie šumivých vín. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984. ISBN 04-845-84.

7. PŘÍLOHY

7.1 Seznam použitých zkratek

SO_2	-oxid siřičitý
ASVK	-aktivní suchá vinná kvasinka
MLF	-malolaktická fermentace
BOK	-biologické odbourávání kyselin
SZPI	-Státní zemědělská potravinářská inspekce
OIV	- mezivládní organizace, vědecké a technické povahy pro víno, pěstování vinné révy a vinné produkty