

# Filtrační systémy pro víno

Ludmila Anna Jílková

---

Bakalářská práce  
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin  
akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ludmila Anna Jílková**  
Osobní číslo: **T16338**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Filtrační systémy pro víno**

Zásady pro vypracování:

1. **Biologické analýzy.**
2. **Stanovení antioxidační kapacity.**
3. **Enologické analýzy.**
4. **Systém mikrofiltrace.**
5. **Ultrafiltrace.**
6. **Nanofiltrace a její postupný vývoj.**
7. **Sledování postupného biologického vývoje až po moment plnění do lahví pro přímý konzum v gastronomii, případně jako suroviné zdroje pro typy nadstavbových (upravovaných –perlivé, šumivé, likérové a aromatizované...) vín.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] McRae, J. M. Mierczynska-Vasilev, A., Soden, A., Barker, A. M., Day, M. P., Smith, P. A. (2017). Effect of Commercial-Scale Filtration on Sensory and Colloidal Properties of Red Wines over 18 Months Bottle Aging. *American journal of enology and viticulture*, 68(3), 263–274.

[2] Bowyer, P.K., Edwards, G., Eyre, A. (2013), Wine filtration and filterability – A review and what's new. *Aust NZ Grapegr Winemaker*, 599, 74–79.

[3] Arriagada-Carrazana, J.P. Saez-Navarrete, C. Brodeu, E. (2005). Membrane filtration effects on aromatic and phenolic quality of Cabernet Sauvignon wines. *Journal of food engineering*, 68(3), 363–368.

[4] Dle databáze Scopus a Web of Science

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. Ing. Vlastimil Fic, DrSc.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**1. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**10. května 2019**

Ve Zlíně dne 1. února 2019

L.S.

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

doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

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

(1) Vysoká škola nevydělečně 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.

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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 užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

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

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je prostudovat literaturu týkající se filtračních systémů použitelných v průběhu výroby vína. Filtrace je zde tedy definována pouze v teoretické rovině současně s biologickými a enologickými analýzami, díky nimž je částečně možné ověřit správné provedení filtrace. Dále je rozebrán i mikrobiologický vývoj vína v průběhu jeho výroby i jeho případné nedostatky, nemoci a vady, které lze napravit filtrací. S mikrobiologickým zatížením vína úzce souvisí i použití oxidu siřičitého. Pro správné provedení filtrace je nutné tyto procesy důvěrně znát z důvodu správného použití příslušného filtračního materiálu.

**Klíčová slova:** Filtrace, povrchová filtrace, hloubková filtrace, biologické a enologické analýzy, oxid siřičitý.

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor thesis is to study literature concerning filtration systems applicable during wine production. Thus, filtration is defined here only at the theoretical level, together with biological and oenological analyzes, which make it possible to verify the correct performance of filtration. Furthermore, the microbiological development of wine during its production as well as its possible shortcomings, diseases and defects, which can be corrected by filtration, are also analyzed. The use of sulfur dioxide is closely related to the microbiological loading of wine. For proper filtration, it is necessary to know these processes for proper use of the filter material.

**Keywords:** Filtration, surface filtration, depth filtration, biological and oenological analysis, sulfur dioxide.

### **Poděkování a prohlášení**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu prof. Ing. Vlastimilovi Ficovi, DrSc. za odbornou spolupráci a cenné rady v průběhu vypracování této závěrečné práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 FILTRACE</b> .....	<b>12</b>
1.1 POZITIVNÍ VLIV FILTRACE NA VÍNO .....	12
1.2 PŘÍPADNÝ NEGATIVNÍ DOPAD FILTRACE NA VÍNO .....	12
<b>2 POVRCHOVÁ FILTRACE</b> .....	<b>14</b>
2.1 KŘEMELINOVÁ FILTRACE.....	14
2.1.1 Výroba a úprava křemeliny .....	14
2.1.2 Druhy křemelinových filtrů .....	15
2.2 MEMBRÁNOVÁ FILTRACE .....	17
2.2.1 Mikrofiltrace.....	18
2.2.2 Ultrafiltrace .....	20
2.2.3 Nanofiltrace .....	21
2.2.4 Hyperfiltrace – reverzní osmóza .....	21
2.2.5 Cross-flow filtrace.....	22
2.2.6 Elektrodialýza.....	23
<b>3 HLOUBKOVÁ FILTRACE</b> .....	<b>25</b>
3.1 VLOŽKOVÁ FILTRACE .....	25
3.1.1 Mechanismus vložkové filtrace .....	26
<b>4 BIOLOGICKÉ ANALÝZY</b> .....	<b>28</b>
4.1 MIKROBIOLOGICKÝ VÝVOJ VÍNA V PRŮBĚHU JEHO VÝROBY .....	28
4.1.1 Mikroflóra bobulí .....	28
4.1.2 Mikroflóra hroznového moštu a vína .....	29
4.2 METODY STUDIA MIKROORGANIZMŮ .....	31
4.2.1 Analýza ribozomálních genů.....	31
4.3 NEDOSTATKY, NEMOCI A VADY VÍN NAPRAVITELNÉ FILTRACÍ .....	32
4.3.1 Nedostatky vín.....	32
4.3.2 Nemoci vín .....	32
4.3.3 Vady vín .....	34
<b>5 VZTAH SIŘIČITANŮ K FILTRAČNÍM PROCESŮM</b> .....	<b>38</b>
5.1 ANTIOXIDAČNÍ KAPACITA VÍN .....	38
5.2 OXID SIŘIČITÝ .....	38
5.2.1 Volná vs. vázaná forma oxidu siřičitého .....	38
5.3 POZITIVNÍ ÚČINKY OXIDU SIŘIČITÉHO NA HROZNOVÝ MOŠT A VÍNO.....	40
5.3.1 Antioxidační účinky .....	40
5.3.2 Působení proti oxidázám .....	41
5.3.3 Antimikrobní účinky .....	41
5.3.4 Organoleptický vliv oxidu siřičitého na víno .....	41



5.4	NEGATIVNÍ PŮSOBNÍ OXIDU SIŘIČITÉHO NA ČLOVĚKA.....	42
5.5	METODY STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY VÍN .....	42
5.5.1	Metody založené na přenosu vodíkových atomů .....	43
5.5.2	Metody založené na přenosu elektronů .....	43
<b>6</b>	<b>ENOLOGICKÉ ANALÝZY VE VZTAHU K FILTRACI .....</b>	<b>44</b>
6.1	STANOVENÍ MINERÁLNÍCH LÁTEK VE VÍNĚ .....	44
6.1.1	Stanovení mědi spektrofotometricky.....	44
6.1.2	Stanovení železa spektrofotometricky.....	45
6.1.3	Stanovení minerálních látek instrumentálními metodami.....	45
6.2	STANOVENÍ DUSÍKATÝCH LÁTEK .....	46
6.2.1	Stanovení obsahu aminokyselin ve víně pomocí automatického analyzátoru aminokyselin (AAA).....	46
6.2.2	Stanovení bílkovin v bílých vínech spektrofotometricky.....	47
6.3	STANOVENÍ PŘÍRODNÍCH A SYNTETICKÝCH BARVIV VE VÍNĚ .....	47
6.3.1	Stanovení polyfenolů v červených vínech s Folin-Ciocalteuovým čínidlem spektrofotometricky.....	47
6.3.2	Stanovení polyfenolů v bílých vínech spektrofotometricky.....	47
6.3.3	Stanovení syntetických barviv v červených vínech.....	48
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>59</b>

## ÚVOD

Filtrace je velmi důležitou součástí technologie výroby vína, jelikož může ovlivnit jeho kvalitu stejně jako volba správného termínu sklizně, podmínek kvašení nebo teploty zrání vína. Vhodné použití filtrace pozitivně ovlivňuje i sensorické a další hodnoty vína. Filtrované víno tak tedy působí více harmonicky oproti vínu nefiltrovanému. <sup>[1]</sup> Proces filtrace může mít někdy ale i nežádoucí účinky. Je tedy nutné zvolit ve správné technologické fázi správný typ a metodiku filtrace. Při nedodržení určitých zásad tak může dojít i k negativnímu ovlivnění filtrovaného vína. Tím může být „strhnutí“ barevnosti vína, jeho aromaticity a komplexnosti nebo vznik příchutí. Je také nutné vyvarovat se nadměrného styku vína s kyslíkem. Všechny otevřené filtrační systémy jsou totiž velmi rizikové díky možné oxidaci vína nebo výskytu octových či jiných negativně působících bakterií. <sup>[2]</sup> Z tohoto důvodu je vhodné znát principy rozličných druhů filtrací a umět je aplikovat ve správnou dobu.

Po provedení filtrace je žádoucí zkontrolovat, zda vínu opravdu prospěla, či nikoliv. K tomu slouží enologické i některé biochemické analýzy dále v této práci uváděné.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 FILTRACE

Filtrace je separační až vysoká technika, jíž lze oddělit pevné částice suspenze od tekutého podílu průtokem přes porézní vrstvu filtračního materiálu. <sup>[2]</sup> Průtok kapaliny je zajištěn rozdílem tlaků vznikajících na obou stranách filtrační vrstvy. Tlak závisí na typu filtru a účelu filtrace, stejně jako na koncentraci a vlastnostech filtrované suspenze. Jde prakticky o poslední manipulaci s vínem před jeho plněním do lahví. <sup>[1]</sup> Ve vinařství se využívá filtrace k oddělení kalů, kalotvorných látek nebo mikroorganismů.

Podle způsobu zachycení pevných částic na povrchu filtračního materiálu můžeme rozdělit filtrace na povrchovou a hloubkovou. <sup>[3]</sup>

Nejpoužívanějšími materiály při filtraci jsou v dnešní době mimo membrán i křemelina a celulózové vložky. Stále častěji se ale využívá i cross-flow filtrace. Typ použité filtrace závisí především na technologických vlastnostech vína a na požadované kvalitě a charakteru výsledného produktu. <sup>[2]</sup> Výkonnost filtračních zařízení je pak dána zejména velikostí filtrační plochy, vlastnostmi filtrační hmoty, viskozitou filtrované kapaliny a rozdílem tlaků před a za filtrem. <sup>[3]</sup> Jakákoliv filtrace by neměla probíhat bez zastavení, aby nemohlo dojít k tlakovému rázu a poškození filtrační vrstvy. <sup>[2]</sup>

### 1.1 Pozitivní vliv filtrace na víno

Proces filtrace nezajišťuje pouze jiskrnost vína, ale i jeho mikrobiální stabilitu. <sup>[2]</sup> Před filtrací vína je vhodné provést i jeho číření, což napomáhá odstranění zákalových částic, a tím i doplňuje filtrace při obnovení stability vína. <sup>[1]</sup>

Výsledná kvalita vína vychází nejen z typu filtru, ale také ze správnosti jeho použití. Ne každým filtračním procesem lze dosáhnout stejného výsledku, a proto je důležité se při výběru filtru zaměřit na více hledisek. Kromě ceny nebo velikosti filtru je také nutné zohlednit, v jakém stavu chceme víno filtrovat. <sup>[4]</sup>

### 1.2 Případný negativní dopad filtrace na víno

Filtrací se sice dosáhne čirosti a jiskřivosti vína, ale tento účinek nemusí být trvalý, protože některé malé koloidní částice procházejí i filtrem. Filtrace může mít proto někdy i opačný účinek na čirost vína, než jaký byl očekáván, jelikož jeho provzdušněním a odstraněním

ochranného koloidu se podporuje vysrážení koloidních částic. K odstraňování zákalových částic se používá již dříve zmíněné čiření. <sup>[1]</sup>

Částečnou stabilitu a ochranu vína tvoří CO<sub>2</sub> v něm obsažené. Jeho únik tedy nepříznivě působí na aroma vína, a to především ve vínech s nízkým obsahem volného SO<sub>2</sub>. Mladé filtrované víno po „odplynění“ tak vyžaduje kvalitnější podmínky skladování než víno nefiltrované.

Dosažení kvalitně zfiltrovaného vína vyžaduje vyvarovat se použití nekvalitního filtračního materiálu, který do vína může vnášet přípachy po papíru, zemitosti nebo textilu. Takto je sice ovlivněno pouze prvních pár litrů, ale po promíchání je znehodnocen celkový objem filtrovaného vína. V případě skladování filtračních materiálů ve vlhkém prostředí může dojít k tomu, že absorbují sklepní či plísňové přípachy. Víno následně procházející přes toto médium získá dané pachy a je tím znehodnocena celá filtrovaná šarže. <sup>[2]</sup>

Negativní vliv filtrace na sensorické vlastnosti vína nemusí být podmíněn pouze přechodem přes filtrační rozhraní, ale je dán i nevhodnou filtrační hmotou, nedokonalou konstrukcí filtru, apod. <sup>[3]</sup> Připouští se, že filtrace víno ochuzuje o buketní a chuťové látky, ale není správné jej sensoricky hodnotit ihned po filtraci, kdy je nepokojné a teprve po určité době znovu získá svůj původní charakter. Po určitém čase by filtrované víno mělo být jemnější, více čiré a se stejným buketem jako víno nefiltrované. <sup>[1]</sup> Efektivnější je provádět filtrace u mladých vín, neboť vína starší jsou filtrace více ovlivňována a jejich regenerace po filtraci trvá delší dobu. <sup>[3]</sup>

## 2 POVRCHOVÁ FILTRACE

Při povrchové filtraci, která je daná velikostí pórů filtračního materiálu, se zachycují kalové částice o větších rozměrech než je velikost pórů a menší částice procházejí. Tento způsob je typický pro křemelinovou a membránovou filtraci. [3]

### 2.1 Křemelinová filtrace

Filtrační křemelina je vhodná pro všechny typy ve světě používaných naplavovacích filtrů [5] a pro filtraci vína se hodí díky své schopnosti zachycovat zákalové částice z roztoku, přičemž se zachytí i část bílkovin. [1]

Šetrnost tohoto typu filtrace zaručuje velikost pórů křemeliny. Tyto póry, přes které víno během filtrace protéká, jsou natolik malé, že jsou schopny odseparovat většinu zákalotvorných částic. Zároveň jsou ale natolik velké, aby ve víně zachovaly žádoucí rozpuštěné látky ve formě molekul a iontů. Křemelinová filtrace je tedy pouze mechanická filtrace na principu síta, která nepracuje se zeta potenciálem. Díky tomu neničí „vnitřní náplň“ vína, která určuje hodnoty jeho organoleptického charakteru a plnosti. Proto s křemelinovým filtrem dosáhne vinař lepších výsledků, než s použitím některých jiných a „ostřejších“ druhů filtračních materiálů, které mohou víno „strhat“, tedy ochudit o žádoucí látky.

Co se týká finanční stránky, křemelinovou filtrací je možné ve srovnání s nejrozšířenější deskovou filtrací ušetřit značné finanční prostředky zvláště při větších objemech vína. [6]

#### 2.1.1 Výroba a úprava křemeliny

Materiál pro křemelinovou filtraci je vyroben z křemičité usazené horniny, která vznikla z mikroskopických fosilních řas – rozsivek (*Diatomae*) [1] nebo diatomární zeminy o velikosti částic v řádech  $\mu\text{m}$  až několika stovek  $\mu\text{m}$ . Každý diatom je složen z jednoduché buňky pokryté křemičitou schránkou impregnovanou křemíkem rozpuštěným v mořské vodě. Odumřelé rozsivky klesaly na dno, na místo rozložených organických látek vnikl vzduch, a tím se vysvětluje mikropórovitost křemeliny. Mikroskopické složení horniny závisí na chemických a fyzikálních podmínkách lokality moře. Těžbou a zpracováním této fosilní zeminy vzniká prášek nazývaný křemelina nebo diatomit. [2]

Tento filtrační materiál se bez úpravy k filtraci nehodí. Filtrační síla křemeliny a její adsorpční schopnost jsou totiž ve velké míře závislé na tvaru a velikosti skořepinek a dále

na cizích příměsích, které v ní jsou vždy obsaženy. Proto se musí křemelina před filtrací částečně upravit, a to podle toho, do jaké míry a jakými látkami je znečištěna. Proséváním a vyplavováním vodou z ní lze odstranit hlínu a písek. Sloučeniny železa, vápníku a jiné látky anorganického původu se odstraňují chemicky, nejčastěji kyselinou solnou neboli chlorovodíkovou.

Vadou křemeliny bývá vyšší obsah oxidu hlinitého. Je-li vyšší než 10 %, není křemelina vhodná k filtraci ani po úpravě. Čím nižší obsah oxidu hlinitého a čím vyšší obsah oxidu křemičitého má křemelina, tím lepší má filtrační a adsorpční schopnosti.

Před vlastní úpravou i po ní se křemelina mele na dřevěných mlýnech. Železné mlýny se k mletí křemeliny nehodí, jelikož porušují schránky rozsivek, a tím může dojít k částečnému snížení filtrační schopnosti křemeliny. Následně se křemelina promývá vodou, suší a třídí. Dokonalejší způsob její úpravy je úprava za mokra, a to nejlépe vařením s 10% kyselinou chlorovodíkovou. Ta rozpustí všechny nežádoucí příměsi, převážně sloučeniny kovů. Po této úpravě se křemelina promývá vodou, aby se odstranila kyselina solná a zreagované kationty. <sup>[1]</sup> Dále se ošetřuje pražením při 1000 až 1200 °C, čímž dojde k odstranění organických zbytků. <sup>[7]</sup> Vyžíhaná křemelina se mele a na vhodném síťovém zařízení vytrídí a plní do pytlů. Třídění křemeliny je velmi důležité, jelikož má přímý vliv na výkon a rychlost filtrace. <sup>[1]</sup> Kvalita křemeliny závisí především na hrubosti zrna, které ovlivňuje permeabilitu při filtraci, <sup>[2]</sup> nejvhodnější je tedy středně jemná křemelina. Velké částice křemeliny se k filtraci nehodí. Nelze je totiž nanést rovnoměrně, sedimentují na dno filtru, kde překážejí filtraci, a spotřeba křemeliny se tak zvyšuje. Velmi malé prachové částice naopak procházejí filtrem a způsobují v láhvích zákaly. Nesprávné vytrídění křemeliny také podstatně zvyšuje její spotřebu, často až o třetinu. Přitom se ale prodlouží čas filtrace a sníží se výkon. <sup>[1]</sup>

Křemelinu je nutné skladovat v suchých a uzavřených obalech, a to kvůli vysoké schopnosti absorbovat těkavé látky, které by mohly být později přeneseny do vína. <sup>[2]</sup>

### 2.1.2 Druhy křemelinových filtrů

Křemelina se často používá pro tlakové naplavovací filtry, a ty se z hlediska konstrukce rozdělují na deskové neboli síťové, komorové a svíčkové. <sup>[3]</sup>

### ***Deskové naplavovací filtry***

Deskové naplavovací filtry jsou řešeny jako upravené vložkové filtry. Úprava spočívá ve vložení plachetky nebo síta z drátěného pletiva mezi rámy. Naplavením křemeliny se pak vytvoří dostatečně jemná filtrační vrstva. [3]

U síťových filtrů dochází změnami filtračního průtoku nebo tlaku k deformacím nosného síta, a tím i filtrační vrstvy křemeliny. Porušená kompaktnost vrstvy pak způsobuje únik křemeliny i zachycených nečistot do filtrátu, a tak způsobuje jeho znečištění. Účinnost filtrace je tedy závislá na míře a množství tlakových změn. [6]

### ***Svíčkové naplavovací filtry***

Svíčkové naplavovací filtry využívají tzv. filtračních svíček, které představují perforovanou trubku ovínutou jemným ocelovým drátkem nebo husté drátěné válcové síť uložené ve válcovém pouzdře. U vícesvíčkových filtrů jsou tyto svíčky uloženy ve válcové nádobě s víkem. Na svíčky je během filtrace naplavována křemelina. [3]

Filtrační ocelová svíčka s profilem válce svojí pevností při filtraci zamezuje deformacím křemelinové vrstvy při běžném tlakovém režimu. Stabilní filtrační vrstva má vysokou účinnost zachycování nečistot. Proto takové svíčky umožňují i ostré filtrace vín s dosahem i na mikroorganismy.

Menší časová náročnost svíčkové křemelinové filtrace je dána např. nižším potřebným počtem filtrací. S průběhem filtrace pomocí svíček se zvětšuje průměr filtračního koláče a tím i filtrační plocha. To vede k mnohem pomalejšímu nárůstu tlaku a prodlouží se tak i filtrační cyklus. Kombinací křemeliny o různé hrubosti lze během jednoho filtračního cyklu dosáhnout několikastupňové filtrace, např. použití hrubé a jemné filtrace v jednom kroku.

Díky průběžnému naplavování křemeliny má svíčková křemelinová filtrace vyšší kapacitu filtračního cyklu. To filtru umožňuje pracovat i s velmi kalným vínem. Kombinace filtrační rychlosti a míry dávkování křemeliny umožňuje dosažení kratších filtračních časů nebo zvýšení přefiltrovaných objemů. [6]

### ***Komorové naplavovací filtry***

Komorové naplavovací filtry bývají válcové nádoby nebo nádoby s odnímatelným víkem. Uvnitř těchto nádob je umístěn nosný element v podobě talířových nebo válcových sít, na který je během filtrace naplavována křemelina. [3]



## 2.2 Membránová filtrace

Membránová filtrace je fyzikální proces, při němž je využívána polopropustná membrána k separaci a odstranění rozpustných částic, organických koloidních látek, virů a bakterií z roztoku. [8]

Tento typ filtrace je používán především jako filtrace koncová, tedy jako poslední před naplněním vína do lahví. Neslouží pouze k filtraci lahvovaného vína, ale i k filtraci vody, kterou se vyplachují ať už použité nebo nové láhve, případně celý systém plnicí linky. Jedná se o velmi jemnou povrchovou filtraci se značně malou kapacitou pro zachytávání pevných částic. [2] K membránové filtraci tedy lze zodpovědně přistoupit pouze s takovým vínem, které bylo již školeno, případně velmi účinně přefiltrováno jiným typem filtru, který zásadně snížil množství zákalotvorných látek na minimum. [4]

Podstatou procesu je oddělování frakcí pomocí speciální membrány podle velikosti molekul. [3] Na základě velikosti částic, které mají být odstraněny, se rozlišují čtyři druhy procesů: mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza. [9] Při filtraci je frakce s malou velikostí molekul propuštěna přes membránu a frakce s vysokou molekulární hmotností je membránou zadržena.

Membrány využívané ve vinařství pro ostrou filtraci mají póry o velikosti 1 – 2  $\mu\text{m}$ , pro sterilní filtraci spojenou se zachycením kvasinek 0,65  $\mu\text{m}$ , pro zachycení většiny bakterií se pak používá membrána s průměrem pórů 0,45  $\mu\text{m}$ . Dříve se často k výrobě filtračních membrán používaly přírodní makromolekulární látky. Od nich se ale již ustupuje, a to z důvodu jejich snadné mikrobiální zranitelnosti. Nově jsou uplatňovány odolnější syntetické makromolekulární hmoty jako silon, polysulfony, apod. [3]

Nejmenší membránové filtry obsahují pouze jednu svíčku. Větší filtrační sestavy jich mohou mít ve svých komorách uloženo hned několik. [2] Pomocí nich lze dosáhnout naprosté mikrobiologické stability. Všechny ostatní filtry jsou na nižším stupni účinnosti. Filtrační svíčka vyžaduje důkladnou péči, což kromě dokonalé sanitace po a před filtrováním zahrnuje i optimální skladovací podmínky. K sanitaci je možné použít chemické prostředky, horkou vodu nebo vodní páru. Termosterilace prohřátím všech filtračních součástí horkou vodou se provádí při 85 – 90 °C po dobu minimálně 30 minut. U horké páry je nutné dodržet teplotu 115 °C při tlaku 0,05 MPa. Překročením těchto hodnot by totiž mohlo dojít

k porušení celistvosti filtrační přepážky. Po použití chemických prostředků je nutná řádná neutralizace a promytí filtrovanou vodou.

Důležitým faktorem při mikrobiální filtraci je použití vhodného čerpadla. To zajistí udržení plynulého tlaku bez tlakových nárazů a zavzdušnění. Přes mikrobiální membrány není vhodné filtrovat vína při teplotě pod 12 °C. Při nižší teplotě pak dochází ke snadnějšímu shlukování částic, což není pro filtraci výhodné. Pro bílá vína je doporučována teplota filtrace 14 – 17 °C, pro červená 16 – 20 °C. [2]

V průmyslových procesech existují dva typy filtračních technologií – slepá a křížová filtrace. Během slepé tzv. death-end filtrace jsou, na rozdíl od cross-flow filtrace charakterizované později, pevné látky shromažďovány na povrchu filtračního média a tvoří stabilní filtrační koláč. Ten roste v tloušťce a zvyšuje odpor průtoku. Filtrační médium je pak obvykle spotřební složkou, kterou je zapotřebí likvidovat s filtrovanými pevnými látkami. [10] Membránová filtrace je na rozdíl od filtrace vložkové určena k opakovanému použití, což platí zejména u cross-flow filtrů. Podobně jako u všech ostatních filtrací i zde platí pravidlo – čím nižší je kalové a koloidní zatížení nápoje, tím vyšší je výkon filtračního zařízení. [2] Typ kalových částic, stejně jako doba filtrace a rozsah znečištění membrány, silně ovlivňuje kvalitu permeátu. [11]

Podle experimentu, k němuž bylo použito víno Cabernet Sauvignon, ovlivnilo použití membránové filtrace aromatický i fenolový profil tohoto vína. Tak došlo ke snížení koncentrace taninů a antokyaninů přibližně o 10 %. Membránová filtrace tedy ovlivňuje víno nejen po chemické stránce, ale i z hlediska sensorického. [12]

### 2.2.1 Mikrofiltrace

Mikrofiltrace je membránový separační proces používaný k odstranění částic o velikosti 0,05–1 µm. [13] Mikrofiltrace se běžně používá v potravinářství ke stabilizaci nápojů (pivo, víno, ovocné šťávy), úpravě syrovátky či pitné vody. Často se používá jako předúprava pro ultrafiltraci a nanofiltraci. [14]

Mikrofiltrační membránové moduly se nejčastěji skládají z dutých vláken, dále mohou být ploché, trubkové nebo spirálně vinuté. Materiálově jde nejčastěji o keramiku nebo polymerní materiály jako polyester (PES), polyvinylidendifluorid (PVDF), polypropylen (PP), [13] polysulfony a deriváty celulózy. Dále mohou být vyrobeny z anorganických mate-

riálů jako skla či směsi oxidu zirkoničitého a uhlíku, nebo z oceli. <sup>[14]</sup> Samotnou membránu je možné instalovat do membránových modulů s různou filtrační plochou, které se vhodně začleňují do membránových technologických systémů s režimem proudění cross-flow nebo death-end. <sup>[13]</sup>

Filtry a mikrosvíčkové stanice odstraňují kvasinky a bakterie z vína, zákaly v lahvích a napravují ztrátu jiskry. Výsledkem je pak absolutní mikrobiologická čistota vína. <sup>[15]</sup> Pokud by se kvasinky a bakterie dostaly do vína, produkt může pokračovat v kvašení v uzavřené láhvi, což by vedlo ke změnám v chuti a také k sekundárnímu kvašení způsobujícímu růst tlaku v láhvích díky nahromaděnému CO<sub>2</sub>. <sup>[16]</sup> Mikrobiologická stabilita je zásadně ovlivněna čistotou technologických procesů. Filtrace tedy probíhá v naprosto uzavřeném systému, díky čemuž je vyloučena oxidace, ztráty vína i mikrobiální infekce zvenčí. <sup>[15]</sup> Např. pro nápojový průmysl, především vinařský, je vhodná mikrofiltrační jednotka WFU-2.2 v cross-flow uspořádání. Slouží k odstranění zákalu a mikroorganismů z vína před lahvováním, tedy jako finální filtrace. V jednom stupni tak nahrazuje klasickou několikastupňovou deskovou či křemelinovou filtraci. <sup>[14]</sup>

Znečištění membrán složkami vína (zejména polyfenoly, polysacharidy, kvasinkami a bakteriemi) probíhá postupně s dobou filtrace a může mít různé formy, jako je adsorpce, zablokování pórů, ukládání nebo tvorba gelu. Při konvenční mikrofiltraci s průtokem jsou obecně nutné vysoké rychlosti kapaliny pro vyvolání vysokých smykových rychlostí na povrchu membrány, a to z důvodu omezení růstu koláče na membráně. Tyto vysoké rychlosti a tlakové axiální gradienty vyžadují energii a způsobují velké poklesy tlaku podél membrány, což vede k neoptimálnímu využití membrány. Proto je většina komerčních filtračních zařízení vybavena zpětným filtračním systémem, aby bylo během filtračního procesu dosaženo jeho lepší účinnosti a udržení čistoty membránových filtračních ploch na přijatelné úrovni. <sup>[17]</sup>

Na základě experimentu bylo zjištěno, že pomocí mikrofiltrace lze odstranit z vína i některé pesticidy. Je to ale závislé na jejich polaritě. Čím méně je pesticid hydrofilní, tím je účinnost mikrofiltrace vyšší. <sup>[18]</sup> Dále bylo zjištěno, že mikrofiltrace i ultrafiltrace ve srovnání s původními produkty redukuje intenzitu barev různých aromatických bílých vín a sherry. Bylo také prokázáno, že ultrafiltrace za použití membrány s mezní relativní molekulovou hmotností 30 000 zvyšuje barvu měřenou spektrofotometricky při vlnové délce 420 nm, a to v průběhu času u různých hybridních bílých vín. Mikrofiltraci a ultrafil-

trací různých aromatických bílých vín lze snížit i obsah fenolů a následně udržet i jejich hladinu. <sup>[19]</sup>

Podle provedených experimentů lze působením infrazvukových pulzů během mikrofiltrace přes membránu PVDF s plochou fólií vést k zhruba čtyřnásobnému zlepšení čistého toku permeátu ve srovnání s jeho dlouhodobým tokem získaným při normálním příčném proudění. Údajně je nejlepší použití vysokofrekvenčního pulzování, tedy frekvence 6,67 Hz. <sup>[20]</sup>

Membránové moduly určené pro mikrofiltraci vynikají především chemickou a mechanickou odolností i rezistencí vůči abrazi. Velkou výhodou tohoto typu filtrace je schopnost filtrovat v obou směrech i možnost zpětného proplachu vodou i chemií. <sup>[13]</sup> Umožňuje také práci s nízkými transmembránovými tlaky. <sup>[17]</sup>

### 2.2.2 Ultrafiltrace

Ultrafiltrace je dalším z tlakových separačních procesů, při kterém ultrafiltrační membrána zachycuje částice větší než 2 nm <sup>[21]</sup> s molekulární hmotností 103 až 105 Da. Těmto kritériím odpovídají např. viry, proteiny, polysacharidy či koloidní částice. Požadovaný tlakový rozdíl na membráně je 5 až 10 barů. <sup>[22]</sup> Tato zařízení se používají pro odstranění zákalu, nerozpuštěných látek a mikrobiologického znečištění při zpracování pitné vody a dále i ve výrobě potravin a nápojů. <sup>[8]</sup>

Ultrafiltrační membrány bývají vyrobeny z polymerních materiálů jako je PES, polyakrylonitril (PAN) a PVDF. <sup>[21]</sup> Lze je ale připravit i z anorganických materiálů, jako je sklo či směs oxidu zirkoničitého a uhlíku. Nejčastěji používané jsou ultrafiltrační membránové moduly s dutými vlákny, dále mohou být i ploché, trubkové nebo spirálně vinuté. <sup>[22]</sup>

Provedením experimentu bylo zjištěno, že ultrafiltrační membrány jsou schopny oddělit proteiny z vína, a to především na základě jejich molekulových hmotností. Pro separaci bílkovin z vína touto metodou jsou vyžadovány membrány s nízkou molekulovou hmotností. Tyto membrány ale snižují barvu a celkový obsah polyfenolů ve víně, což může negativně ovlivnit jeho chuť i buket. Použití ultrafiltračních membrán ani nezaručuje stabilitu bílkovin zpracovaného vína. <sup>[23]</sup>

### 2.2.3 Nanofiltrace

Nanofiltrace patří mezi tlakovými membránovými procesy k těm nejnovějším. Touto metodou se separují nízkomolekulární organické látky, jejichž velikost se udává spíše v jednotkách molekulární hmotnosti než v rozměrech. Nanofiltrace tedy odstraňuje látky přibližně od 102 do 104 Da, což odpovídá např. molekulám cukrů, barviv, pesticidů a herbicidů. [24] Pomocí nanofiltrace lze odstranit z rozpouštědla až 80 – 85 % rozpustných minerálních solí a 99 % všech bakterií.

Nanofiltrační membrány se pohybují na hranici rozeznatelných pórů o velikosti 1 – 3 nm a nejčastěji nesou funkční slupiny se záporným nábojem. Jejich použití je vhodné k odstranění dvojmocných iontů železa, vápníku a hořčíku. Selektivita nanofiltrace je dána rozdílnou rychlostí rozpouštění látek v polymeru a různou rychlostí difúze látek polymerem. [8]

Existuje několik typů plochých membrán z různých materiálů jako PES, acetátu celulózy nebo tenkovrstvých kompozitních materiálů. Moduly se používají téměř výhradně spirálně vinuté, výjimečně deskové či dutá vlákna, téměř vždy však vyrobené z polymerního materiálu a obsahující funkční skupinu. [24] Spirálově vinuté membránové moduly pro nanofiltraci mohou pracovat i v režimu cross-flow. [25]

Požadavky na tlak jsou v tomto případě o dost vyšší než u ultrafiltrace. Vzhledem k tomu, že se začíná projevovat osmotický tlak, musí se pohybovat tlak na membránu řádově v desítkách barů. [24]

Hydrofilitu kompozitní nanovlákněné membrány lze podle experimentů významně zvýšit imobilizací polyvinylpolypyrrolidonu (PVPP) na povrchu nanovláken. Modifikované membrány PVPP tak mají ve srovnání s původními membránami vynikající stabilitu a vyšší odolnost proti znečištění a zanášení. [26]

### 2.2.4 Hyperfiltrace – reverzní osmóza

Reverzní osmóza je nejpoužívanějším tlakovým membránovým procesem, [27] kde dochází k záchytu iontů. [28] Hlavní hnací silou je tlak, a to rozdílný tlak látky před a za membránou. Ideální reverzně osmotická membrána propouští pouze rozpouštědlo, hydratované ionty a nízkomolekulární látky jsou membránou zadržovány. Pro průchod rozpouštědla membránou je potřeba překonat osmotický tlak, který může dosahovat až desítek barů. [27]

Pomocí reverzní osmózy lze odstranit 95 – 99 % rozpustných minerálních solí a 99 % všech bakterií. [8]

V 70. letech minulého století se reverzně osmotické membrány vyráběly z acetátu celulózy a měly poměrně omezený rozsah použití. V dnešní době jsou používány kompozitní membrány, vyrobené z několika vrstev různých polymerů [27] s retencí NaCl 96 až 99,5 %. Tyto membrány mohou pracovat v režimu cross-flow. [28] Moduly se většinou používají spirálně vinuté, výjimečně jako dutá vlákna.

Proces reverzní osmózy je hojně využíván k odsolení mořské a brakické vody, při výrobě ultračisté vody pro elektrotechnický a farmaceutický průmysl, při čištění některých typů průmyslových odpadních vod. Tato metoda ale již nachází uplatnění i v některých odvětvích potravinářského, chemického a energetického průmyslu.

Obecně je reverzní osmóza považovaná za ekonomicky nevýhodný proces vzhledem k vysokým provozním nákladům. [27]

### 2.2.5 Cross-flow filtrace

Cross-flow filtrace neboli membránová filtrace s křížovým tokem je moderní způsob separace pevných částic od kapalin. [4] Díky této metodě je možné zfiltrovat i velmi kalné kapaliny na vysokou úroveň čistoty v jednom filtračním cyklu. [29] Zmíněný typ filtrace je možné aplikovat jak na filtraci moštu, vína i sektu, tak na zastavení fermentace nebo ošetření některých chorob vína způsobených např. kvasinkami *Brettanomyces*, mléčnými a octovými bakteriemi apod. V případě přerušení fermentace jde o zastavení primární i sekundární fermentace moštů a mladého vína při dosažení požadovaného objemu alkoholu. [30] Cross-flow filtrace je vhodná pro vína jednoduchá a lehká s intenzivní a čistou ovocnou aromatickou. Není ale efektivní ji provádět u vín, která budou před lahvováním několik měsíců nebo let zrát, tedy pro tzv. velká vína.

Pro šetrnou filtraci se používají membrány polypropylenové nebo polyetersulfonové [2] s průměrem kapilár 1,2 až 1,8 mm [3] s velikostí pórů 0,20 až 0,45  $\mu\text{m}$ . [4]

Během statické filtrace prochází kapalina skrz membránu. Současně jsou všechny částice větší než velikost póru membrány zachyceny na jejím povrchu a tvoří tak filtrační koláč, který roste v tloušťce, zvyšuje odpor průtoku, a postupně tak snižuje filtrační výkon, dokud není provedena regenerace membrány. [31] Avšak v procesu filtrace s křížovým tokem

prochází filtrovaná tekutina přes kapiláry v podélném směru a filtrát přes stěny kapilár odchází ve směru kolmém (tangenciálním). Díky tomu jsou kalové látky, zachycující se na vnitřních stěnách kapilár, proudící kapalinou neustále strhávány a odplavovány. To umožňuje dosáhnout vysoké účinnosti filtrace i při vyšším podílu kalových částic. <sup>[3]</sup> Cross-flow filtrace tedy může probíhat kontinuálně. <sup>[2]</sup>

Pořízení cross-flow filtru je velmi nákladné. Provozní náklady jsou ovšem při dostatečně šetrném používání minimální. Díky své univerzálnosti je cross-flow filtrace vhodná pro široké spektrum aplikací, ve kterých by jiné typy filtrů nebyly efektivní. Oproti ostatním filtrům totiž můžeme touto metodou filtrovat víno téměř ve všech stádiích jeho vývoje, a přitom vždy získáme filtrát s dobrou výslednou kvalitou. <sup>[4]</sup>

### 2.2.6 Elektrodialýza

Elektrodialýza je elektromembránový proces využívající princip výměny iontů přes semi-permeabilní membrány. Při této metodě je tedy využívána transportní síla stejnosměrného elektrického pole s napětím přibližně 100 až 200 V, které působí v systému selektivních ionexových membrán na pohyb disociovaných složek solí obsažených ve víně. Transport částic je realizován pomocí tlaku tekutiny, elektrického pole a iontové výměny i jejich vzájemnou kombinací. Použité membrány působí na prostup iontů a tvoří rozhraní pro jejich selektivní oddělení. Volba použitých elektrod zajistí vytvoření potřebného elektrického pole. <sup>[32]</sup> K řízení této migrace slouží iontoměničové membrány, kterými je transportován jen určitý druh iontů, podle jejich náboje. <sup>[33]</sup> Kationty pohybující se ke katodě jsou propouštěny katexovými membránami a zadržovány anexovými membránami, zatímco anionty přitahované k anodě jsou propouštěny anexovými membránami a zadržovány na katexových membránách. U obou elektrod cirkuluje tzv. elektrodový roztok, který zajišťuje pravidelné omývání jejich povrchu a neúčastní se elektrodialyzační separace. <sup>[34]</sup>

Selektivně propustné membrány jsou vyrobeny ze syntetických materiálů, a to nejčastěji z polystyrolu s tloušťkou 100 – 200  $\mu\text{m}$ . V jejich polymerové struktuře jsou obsaženy kovalentní ionizující funkční skupiny. V kationtových membránách jsou tvořeny záporně nabitými funkčními skupinami a v pozitivně nabitých aniontových membránách kladnými funkčními skupinami. Kationtové i aniontové membrány jsou používány společně. Z toho důvodu musí mít srovnatelné vlastnosti.

Dosahovaná výkonnost se pohybuje okolo 500 – 9000 l/h, což souvisí s plochou použitých membrán. Ta se pohybuje v rozmezí 10 – 20 m<sup>2</sup>. Pro zajištění vysoké účinnosti procesu a bezproblémový chod zařízení je důležitá znalost elektrické vodivosti ošetřovaného vína. Ta významně závisí na množství elektricky nabitých částic obsažených ve víně.

Ošetření elektrodialýzou neúčinkuje na neiontové látky obsažené ve víně, jako jsou např. fenoly nebo polysacharidy, ani nevyvolává změny fyzikálně-chemických vlastností vína. Může ale dojít k určitým změnám v chemizmu vína. Rozsah těchto změn se odvíjí od intenzity provedeného zásahu, tedy od procentuálního podílu snížení elektrické vodivosti. Změny se pak projeví poklesem obsahu draslíku, vápníku, kyseliny vinné a jablečné, hodnoty pH i bezcukerného extraktu. U růžových a červených vín dochází působením elektrodialýzy k nárůstu intenzity barvy. Předností celého zásahu je jeho rychlost a vysoká účinnost, což přispívá k dobré stabilitě vín. <sup>[32]</sup>



### 3 HLOUBKOVÁ FILTRACE

Hlubková filtrace uplatňující se u filtračních vložek umožňuje zachycení částic menších než je velikost pórů. <sup>[3]</sup> Kompozitní filtry hloubkového typu jsou porézní materiály obohacené o adsorbenty, které tak mohou odstranit nečistoty z vína spojením mechanického zachycení a adsorpce. <sup>[1]</sup> K mechanickému zachycení částic dochází v kapilárách a k adsorpci vlivem adsorpčních sil na povrchu filtračních hmot daných rozdílem elektrických nábojů filtračních vláken a kalových částic. <sup>[3]</sup>

#### 3.1 Vložková filtrace

Vložková filtrace se používá k ostré filtraci přímo před plněním do lahví a je prováděna přes filtrační vložky vyrobené z různých filtračních materiálů. K těmto materiálům lze podle potřeby přidat i jiné komponenty sloužící k zachycování některých látek z vína, například polyfenolů nebo tříslovin. <sup>[1]</sup>

Víno je filtrováno přes filtrační vložky o různé hustotě, které jsou během filtrace sevřené mezi plastovými nebo kovovými deskami. Při filtraci vína vložky zachycují v něm obsažené nečistoty, což vyvolává postupné snižování průtočnosti. <sup>[3]</sup> Jemnost filtračních vložek se volí podle stavu filtrovaného vína. <sup>[2]</sup> Mladá vína jsou filtrována vložkami pro hrubou filtraci, po číření se pak používají vložky pro jemnou filtraci. Před lahvováním lze filtrovat vložkami pro sterilní filtraci. <sup>[3]</sup>

Filtrační vložky musí mít především přiměřenou pevnost, aby vydržely běžnou manipulaci během filtrace. Při poškození byť jen jedné filtrační vložky začne protékat kalné víno, a tak je celý výsledek filtrace znehodnocen. Další požadavek na filtrační vložky je stejnoměrná tloušťka. Jsou-li vložky nestejně silné, obtížně se ve filtru utěsňují a špatné těsnění pak způsobuje komplikace, zvláště ztrátu vína při filtraci. Filtrační vložky a vlastní filtrační látky nesmí obsahovat nežádoucí příměsi, především železo a vápník. Pokud je těchto látek znatelně vyšší množství, pak se při průtoku ve víně rozpouštějí a tvoří zákaly v lahvovém víně. <sup>[1]</sup>

Pro samotnou mikrobiální vložkovou filtraci se nedoporučuje přesáhnout hodnotu tlaku 0,15 MPa, a to z toho důvodu, že při vyšším tlaku mohou být mikroorganismy obsažené ve víně protlačeny přes filtrační přepážku. Podobný problém může nastat při překročení optimální rychlosti průtoku vína filtrační přepážkou. Nedoporučuje se překračovat ani ho-

dinový výkon mikrobiální filtrace 400 litrů na 1 m<sup>2</sup> filtrační plochy za hodinu. Dále při filtraci vysoce extraktivního sladkého vína je vhodné snížit průtok až na 200 litrů na 1 m<sup>2</sup> filtrační plochy za hodinu. [2]

Co se týká obsluhy, je vložková filtrace nejjednodušší, a z toho důvodu je využívána především u malých vinařských provozů, ve kterých se víno nefiltruje příliš často. [3] Další velkou výhodou vložkové filtrace je možnost použití diverzní desky, která umožňuje filtrovat dvoustupňově. To znamená, že v jednom kroku můžeme zfiltrovat kalnější víno hrubšími vložkami a kontinuálně s tím ihned vložkami jemnějšími nebo sterilními. Tento typ filtrace je na pořízení méně finančně náročný, to ale neplatí pro provozní náklady. [2]

V dnešní době se vložková filtrace často provádí přes celulóзовé vložky s použitím dalších přísad. [3] Celulóзовá směs je vyráběna ze dřeva, především z borovice, břízy a buku. Toto dřevo je chemicky upraveno tak, aby došlo k rozpuštění ligninu a tvořila se vlákna. Surová dřevitá dřeň se pak promývá vodou, následně lisuje do forem a vysušuje. [2] Podle studií je možné pro přizpůsobení struktury filtru a jako částečnou náhradu vláknité matrice použít vysoce fibrilovanou nanocelulózu. Ta byla vybrána jako alternativní polymer pro tvorbu membrán nebo filtrů díky svým jedinečným vlastnostem, jako je vysoká pevnost, smáčivost a šetrnost vůči životnímu prostředí. Pro úpravu náboje pak lze přidat polyamidaminepichlorhydrin. Tyto filtry se vyrábí zakomponováním částic perlitu do matrice z celulóзовých vláken. [35]

### 3.1.1 Mechanismus vložkové filtrace

V procesu filtrace přes filtrační desky existují tři rozdílné filtrační mechanismy. V praxi se běžně při filtraci žádný ze tří filtračních mechanismů nevyskytuje izolovaně, ale dochází vždy k překrývání, což ovlivňuje filtrační výsledek.

Mechanická filtrace je přímá filtrace cizorodých látek přes propustnou vrstvu, kdy jsou všechny částice větší než otvory filtrační desky zachycovány mechanicky.

Při elektrostatické adsorpci vznikají mezi částicemi roztoků a materiálem filtrační desky Van der Waalsovy síly. Tím je zajištěno, že uvnitř filtrační desky v komůrkách a kanálcích jsou zachyceny i částice menší než je velikost jejich pórů.

Elektrokinetická adsorpce je založena na existenci tzv. zeta – potenciálu a uplatňuje se u mikrobiologicky účinných desek. Výborných účinků vůči záporně nabitým částicím

nečistot, mikroorganismů a virů suspendovaných ve filtrované kapalině je dosaženo změnou přirozeného negativního elektrokinetického náboje filtrační desky na pozitivní náboj. Toho lze dosáhnout speciální úpravou zdravotně nezávadnými polyelektrolyty. Díky takové úpravě dochází k zachycování částic až desetinásobně menších než je velikost pórů filtrační desky. <sup>[36]</sup> Dříve se do celulózových filtračních materiálů s negativním elektrokinetickým nábojem přidávalo určité množství azbestu, jelikož snižoval poréznost materiálu a zvětšil filtrační povrch. To je ale z hygienických důvodů od roku 1980 zakázáno. Jeho efekt však lze nahradit přidavkem křemeliny, perlitu nebo polyetylenu. V těch případech má pak celulózová vložka pozitivní elektrokinetický náboj. <sup>[2]</sup>

## 4 BIOLOGICKÉ ANALÝZY

### 4.1 Mikrobiologický vývoj vína v průběhu jeho výroby

Mikroorganismy ve víně dělíme podle původu na endogenní a exogenní. Endogenní mikroorganismy jsou především kvasinky a bakterie, které se přirozeně vyskytují na bobulích hroznů v době sklizně nebo se nacházejí na vinařském zařízení. Jako exogenní označujeme takové mikroorganismy, jejichž původ je z vybraných startovacích kultur.

Z technologického hlediska rozdělujeme mikroorganismy ve víně na užitečné a škodlivé. Užitečné mikroorganismy víno zlepšují, jelikož jejich účinkem probíhá ve víně jablečno-mléčná fermentace, především díky bakterii *Oenococcus oeni*. Naopak vlivem škodlivých mikroorganismů dochází k nežádoucím mikrobiálním změnám. Mezi různými bakteriálními druhy a vinnými kvasinkami mohou probíhat vzájemné reakce, které v závislosti na zúčastněných druzích mohou být jak prospěšné, tak škodlivé pro kvalitu vína.

Zastoupení jednotlivých mikroorganismů se během výroby vína mění v závislosti na podmínkách prostředí. Na životní prostředí různých mikroorganismů ve víně mají důležitý vliv teplota, oxidačně-redukční potenciál, ale také složení prostředí. Jde především o množství alkoholu, přítomnost kyseliny jablečné, zbytkového cukru nebo koncentrace oxidu siřičitého. Hroznová šťáva a víno představují poměrně drsné podmínky pro mikrobiální růst díky nízkému pH, minimálnímu množství kyslíku, přítomnosti etanolu a vysokému osmotickému tlaku. Díky tomu je v tomto prostředí schopno růstu pouze omezené množství bakteriálních rodů a druhů.

Hlavní role mikroorganismů ve výrobě vína je přeměna cukrů z hroznů na alkohol, snížení kyselosti vína a ovlivnění vůně a chuti vína. I přesto, že hroznový mošt má téměř kompletní živinové složení, může podpořit růst jen omezeného počtu mikroorganismů. <sup>[3]</sup>

#### 4.1.1 Mikroflóra bobulí

Mikrobiální populaci bobulí ovlivňuje především geografická poloha vinice a její stáří, typ půdy, odrůda, klima, počasí během sklizně a metoda sběru i používání fungicidů. Z důvodu bohatého mikrobiálního osídlení bobulí je nutné ochraňovat je před možným pomnožením nežádoucích mikroorganismů. Současně bychom s bobulemi měli nakládat co nejšetrněji, aby až do okamžiku lisování nedošlo k jejich poškození. <sup>[37]</sup>

Přirozená mikroflóra bobulí pochází zejména z prostředí vinic a zahrnuje především kvasinky *Kloeckera apiculata* a její teleomorfu *Hanseniaspora uvarum*.<sup>[38]</sup> V menší míře mohou být zastoupeny i rody *Hansenula*, *Candida*, *Pichia*, *Kluyveromyces*, *Debaryomyces*, *Rhodotorula* apod. Přítomnost zástupců rodu *Saccharomyces cerevisiae* lze prokázat až v průběhu spontánního kvašení.

Součástí mikroflóry hroznů, moštu a vína jsou také bakterie, zejména bakterie mléčného kvašení (BMK) a bakterie octového kvašení (BOK). Mezi tyto mikroorganismy lze zařadit *Gluconobacter* a *Acetobacter*.<sup>[37]</sup> Při výrobě vína jsou BMK zodpovědné za jablečno-mléčné kvašení, které bude dále rozebráno v podkapitole 4.1.2. Některé BMK také produkuje antibakteriální látky proteinové povahy, tzv. bakteriociny, které mají úzké spektrum účinku proti blízkým příbuzným druhům. Bakteriociny by mohly v budoucnu sloužit jako kontrolní agens bakterií způsobujících kažení vína. Z vína bývají nejčastěji izolovány rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* a *Pediococcus*, které mohou organoleptické vlastnosti vína ovlivňovat pozitivně i negativně. Množství BOK je spojeno se stupněm napadení révy vinné. Fyzicky poškozené hrozny nebo hrozny napadené plísněmi se mohou infikovat octovými bakteriemi a nemohou být využity při výrobě vína. Zabránit znehodnocení vína BOK lze především vhodnými skladovacími podmínkami.<sup>[3]</sup>

Co se týká plísní, v mikroflóře bobulí převažují rody *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium* apod.<sup>[39]</sup> Plíseň *Botrytis cinerea* za příznivých podmínek způsobuje ušlechtilou hnilobu, která je hojně využívána pro výrobu bílých tokajských vín, avšak pro modré odrůdy je škodlivá. Naopak za vlhkého počasí způsobuje zhoubnou hnilobu hroznů.<sup>[37]</sup>

#### 4.1.2 Mikroflóra hroznového moštu a vína

Šťáva získaná lisováním hroznů je ihned napadána kvasinkami. Ty se do moštu dostávají z povrchu bobulí nebo vinařského zařízení. Lze je ale dodat i v podobě čisté kultury ušlechtilých kvasinek. Na začátku etanolového kvašení v nepřítomnosti startovací kultury se uplatňují především různé druhy rodů *Kloeckera*, *Hanseniaspora*, *Candida* a *Pichia*. Po uplynutí dvou až tří dnů tyto kvasinky odumírají a nahrazují je různé druhy rodu *Saccharomyces*, které jsou odolné vůči zvyšující se koncentraci etanolu. Tyto kvasinky se dále vyskytují i ve víně spolu s dalšími druhy tolerantními vůči alkoholu.<sup>[37]</sup>

Hroznový mošt i víno samozřejmě obsahují i bakterie. Při výrobě vína jsou BMK zodpovědné za malolaktickou fermentaci. Ta je někdy vyžadována jako součást procesu výroby vína, aby se snížila kyselost, což může být přínosem pro kvalitu určitých druhů vín. Vedle své schopnosti produkovat kyselinu mléčnou jsou BMK schopné produkovat nebo uvolňovat i další sloučeniny, které ovlivňují sensorické vlastnosti vína, pozitivně nebo negativně v závislosti na jejich povaze, koncentracích, fyzikálně-chemických vlastnostech vína apod. <sup>[40]</sup> Většina izolovaných BMK má schopnost odbourávat kyselinu jablečnou, část jich je schopná odbourávat i kyselinu citronovou. Naopak převážná většina kmenů nedegraduje tartarát, což je sůl kyseliny vinné. BMK mohou kromě kyseliny mléčné tvořit i další metabolity, které utvářejí aroma vína. Nejvhodnější je bakterie *Oenococcus oeni* dobře adaptovaná na podmínky ve víně, zejména na nízké pH a vysokou koncentraci alkoholu. Proto je také hlavním druhem, který uskutečňuje jablečno-mléčnou fermentaci. Výskyt a přežívání zástupců rodu *Lactobacillus* v moštu nebo ve víně závisí především na pH, obsahu etanolu, přítomnosti SO<sub>2</sub>, teplotě a dostupnosti živin. *Lactobacillus* může v alkoholických nápojích přispívat ke zlepšení jejich kvality, ale také může způsobovat kažení, v závislosti na druhu a kmeni a na fázi výroby. Nekontrolovatelný růst laktobacilů může vést ke zvýšení kyselosti vína nebo k tvorbě dalších nežádoucích pachů a chutí. Některé druhy produkují velké množství kyseliny octové. Další nežádoucí účinek těchto bakterií je pomalé kvašení, které mohou způsobovat např. některé kmeny *Lactobacillus hilgardii*.

BOK se spojují s vínem jako kontaminující mikroflóra. Spadají do čeledi *Acetobacteraceae* a jsou dobře přizpůsobeny na různé množství cukru a etanolu v prostředí. Přítomnost všech BOK bývá nežádoucí, jde totiž o původce octovatění vína. Vína zkažená jejich činností jsou charakteristicky těkavá a chutnají kysele, a proto mají nulovou komerční hodnotu.

Za negativní působení bakterií v moštu a ve víně lze považovat produkci sensoricky nežádoucích látek, biogenních aminů nebo jiných látek znehodnocujících mošt nebo víno. Tato problematika bude dále rozebrána v podkapitole č. 4.3. K produkci biogenních aminů (BA) může dojít především při nekontrolovaném růstu mikroorganismů. BA jsou nízkomolekulární organické sloučeniny s biologickými aktivitami, které se často vyskytují v různých fermentovaných potravinách. Jejich vznik je pro lidský organizmus nebezpečný. <sup>[41]</sup> Tyto látky mohou mít nežádoucí fyziologické účinky, pokud jsou obsaženy ve vysokých koncentracích. V takovém případě způsobují bolesti hlavy, dušnost, bušení srdce, hyper- nebo

hypotenzi a alergie. [3] Ve výrobě vína je ale jejich tvorba nevyhnutelná. Vznikají působením rozmanitých mikroorganismů v různých fázích výroby a skladování vína. [41] Hlavními BA spojovanými s vínem jsou putrescin, histamin, tyramin, kadaverin a fenyletylamin. Obsah BA je znatelně vyšší ve víně než v moštu. V červených vínech je jejich obsah obecně vyšší a nejrozšířenějším z nich je putrescin. Největšími producenty BA jsou BMK, zejména *Lactobacillus*, *Pediococcus* a mnoho kmenů *Oenococcus oeni*. Tyto bakterie mají specifické geny a enzymy umožňující převádění aminokyselin obsažených ve víně na BA, které jsou škodlivé pro jakost vína. Byly ale vyvinuty rychlé metody umožňující vyčíslení BMK produkujících biogenní aminy ve vínech. Tyto metody využívají kvantitativní PCR a do budoucna tak znamenají lepší kontrolovatelnost tvorby BA ve vínech. [42] Producenty BA mohou být i některé kvasinky, jako např. *Saccharomyces* nebo *Brettanomyces bruxellensis*. [3]

Mikrobiologické kažení vína může být způsobeno i plísněmi, převážně *Penicillium glabrum* a *Penicillium spinulosum*. [37]

## 4.2 Metody studia mikroorganismů

Metody molekulární biologie představují rychlou a přesnou analýzu mikroorganismů bez potřeby předchozí kultivace. Tyto metody jsou používány pro taxonomické nebo fylogenetické studie, a také v průmyslových aplikacích pro rychlé stanovení kontaminujících mikroorganismů. [3]

### 4.2.1 Analýza ribozomálních genů

Molekulárně biologická metoda PCR amplifikace ITS oblastí genů pro rRNA (ITS-PCR – internal transcribed spacer polymerase chain reaction) je vhodná pro rychlou a spolehlivou identifikaci kvasinek izolovaných z vína [43] nebo octových bakterií izolovaných z hroznových bobulí. [44]

Kvasinky komplexu *Zygosaccharomyces*, kam lze zahrnout i rody *Torulaspora*, *Zygosaccharomyces*, *Zygotorulaspora* a *Lachances*, způsobují kažení potravin a nápojů s vysokým obsahem cukru nebo soli. Na základě morfologických a biochemických vlastností lze tyto rody od sebe oddělit jen stěží. Avšak analýza DNA umožňuje detailně rozlišit zástupce uvedených druhů. Nejčastěji se k identifikaci využívá *in vitro* amplifikace (PCR) sekvencí pro jaderné nebo mitochondriální geny nebo kódující oblasti. [3]

### 4.3 Nedostatky, nemoci a vady vín napravitelné filtrací

#### 4.3.1 Nedostatky vín

Nedostatky vín jsou méně či více významné změny organoleptických znaků vín ve srovnání s očekávanou jakostí. Některé z nich jsou technologicky napravitelné. Mezi takové patří např. příliš vysoká nebo nízká kyselost vína, neharmonická polyfenolická svíravost nebo nahořklost vína, pálivě vysoký obsah alkoholu, výrazná bylinná příchut' aj. [2] Může ale jít i o nedostatek alkoholu, což znamená, že hroznová šťáva neobsahovala potřebné množství cukru pro získání předpokládaného množství alkoholu ani po doslazení v rámci normované dávky cukru.

Závažné nedostatky vznikají v důsledku nevhodně zvoleného stanoviště pro vinici nebo odrůdového zastoupení. [3]

#### 4.3.2 Nemoci vín

Jako nemoci nebo choroby vína lze označit některé vady způsobené řadou mikroorganismů v součinnosti s dalšími vnějšími i vnitřními vlivy. Mezi nejzávažnější z nich můžeme zařadit např. octovatění, křísovatění a vláčkovatění vína, myšinu a další. Většinu takových chorob není možné běžnými postupy vyléčit a jejich projevy ve víně nelze odstranit. [2]

##### ***Křísovatění vín***

Křísovatění vín je zapříčiněno křísotvornými kvasinkami, mezi které můžeme zařadit např. *Candida vini*, *Hansenula anomala*, *Pichia membranaefaciens* aj. Jmenované kvasinky tvoří aerobně na povrchu vín souvislý šedivě bílý povlak nazývaný křís. Tato blanka připomínající houbové mycelium či plíseň je tvořena zcela neoddělenými buňkami. Vrstva křísu na povrchu vína postupně narůstá, později se rozpadá a její částičky padají ke dnu nádoby. Víno získává prázdnou, zvětralou příchut', často se zvyšuje i množství kyseliny octové. [2] Křísovatění podléhají především vína s obsahem alkoholu pod 12 % obj. a nesprávným obsahem antioxidantů. [3]

Křísotvorné kvasinky se mohou rozvíjet i v úzkých prostorech mezi infikovaným uzávěrem a stěnou nádoby, kde se spolu setkává malé množství vzduchu s úzkým filmem vzlínajícího vína a s minimálním obsahem oxidu siřičitého.



Krátkodobým řešením je vyplavení povrchového křísu hrdlem nádoby přebytkem vína, dále přidavek oxidu siřičitého v koncentraci 40 – 50 mg/l a udržování nádoby v naplněném stavu. Toto řešení je ale nedostatečné. Z dlouhodobého hlediska je jediným řešením po vyplavení křísu víno filtrovat pomocí sterilní vložkové nebo membránové filtrace a udržovat víno ve zcela vysanitované nádobě bez přístupu mikroorganismů, případně i pod nízkým přetlakem dusíku. [2]

### ***Vláčkovatění vín***

Nemoc způsobují některé druhy mléčných bakterií, které ze zbytkových cukrů málo kyselých neošetřovaných vín tvoří slizovité polysacharidy. Víno se stává zakaleným a dostává olejovitou konzistenci. V dalších fázích se víno dá vytahovat jako vlákno a nakonec zrosolovatí.

Nejvíce náchylná jsou vína s vyšším obsahem zbytkového cukru, méně alkoholická a vína s nízkým obsahem kyselin a volného oxidu siřičitého, [2] zvláště leží-li víno na kvasnicích a pH je nad 3,5. [3] V takových vínech se poměrně dobře množí mléčné bakterie, především druhů *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus damnosus*, *Leuconostoc dextranicum* [2] a bakterie kmene *Lactobacillus*. [3]

Vedle negativních vzhledových projevů může být často pozorováno i nečisté mléčné kvašení, kdy bakterie tvoří ze zbytkových cukrů vyšší koncentrace mléčně chutnajících diacetylu.

Napravení vláčkovitého vína je nutné provést ihned po zjištění choroby provzdušněním při tlakovém stáčení pomocí čerpadla přes růžici nebo sprchu. Následně se víno silně ošetří oxidem siřičitým v koncentraci 70 mg/l a po uplynutí několika dnů se filtruje křemelinou a následně sterilní filtrací do zcela vydezinfikované nádoby. Vhodné je scelení se zdravým vínem se zvýšeným obsahem kyselin. [2]

### ***Mléčné kvašení***

Choroba se projevuje u mikrobiálně nestabilizovaných vín s nízkým obsahem kyselin a zbytkovým cukrem nebo při nekontrolovaném průběhu malolaktické fermentace. Některé druhy mléčných bakterií rodů *Lactobacillus*, *Leuconostoc* a *Pediococcus* tvoří z glukózy kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, etanol, diacetyl, acetoin a další látky. Neharmonická jogurtová příchuť diacetylu je nepřijatelná a označujeme ji jako „mléčný tón“. Chuť a vůně nemocného vína připomíná kysané zelí.

Náprava vín postižených mléčným kvašením spočívá v odstranění bakterií zchlazením vín, ošetřením oxidem siřičitým v koncentraci 70 mg/l a po uplynutí několika dnů filtrací křemelinou a následnou sterilní filtrací do vysanitovaných nádob. Snížení obsahu diacetylu a acetoinu lze dosáhnout čiřením vína zdravými kvasnicemi. [2]

### 4.3.3 Vady vín

Vady vína jsou nežádoucí organoleptické změny vín způsobené různými fyzikálními faktory, chemickými pochody nebo mikroorganismy. Častou příčinou vady vína bývají hrozny poškozené hnilobou, plísní, hrozny nezralé, uvařené, silně mechanicky nebo mikrobiálně poškozené a jiné. Další příčinou může být nesprávná technologie výroby, použití nekvalitních přídatných látek, kontakt s cizorodými látkami nebo nevhodným či nečistým výrobním a skladovacím zařízením. [2]

Mezi vady vín související určitým způsobem s filtrací můžeme zařadit například hnědnutí vína a jeho oxidaci, sirku, zákaly kovové, krystalické i bílkovinné nebo příchut' po polyfenolech.

#### ***Hnědnutí vín – „hnědka“, oxidace – zvětrání vín, stařina***

Vada se projevuje změnou barvy, vůně a chuti vína, popřípadě až vznikem zákalu či sedliny z oxidačních produktů. Tyto sloučeniny vznikají oxidací a kondenzací fenolů a vína bílá i červená tak získávají nahnědlý odstín. Současně dochází k oxidaci etanolu až na acetaldehyd, který dodává vínu zvětralý tón.

Slabou oxidací vína lze napravit například přidávkou oxidu siřičitého. Silná oxidace vína je ale nevratnou vadou. Projev silné oxidace u dlouhodobě uložených vín označujeme jako stařinu (juchtovinu) vín.

Především u bílých vín vedou procesy zrání ke specifickému vjemu, který označujeme jako ležácký buket. Jeho příčinou bývá nárůst obsahu 1,1,6-trimetyl-1,2-dihydronaftalenu (TDN), který v kombinaci s jinými látkami připomíná juchtou, vosk, propolis nebo petrolej. [45] U vín botrytických nebo vín oxidativních technologií aroma vína ovlivňuje specifický furanon, který v nazrálém víně připomíná ořechy, karamel a kari. [46]

Při reduktivní technologii víno chráníme před oxidací řízenými dávkami SO<sub>2</sub> nebo kombinací SO<sub>2</sub> a kyseliny L-askorbové již ve stadiu hroznového moštu nebo rmutu a následně vína. Je důležité maximálně omezit kontakt vína se vzdušným kyslíkem pravidelným dolé-

váním neplných nádob, případně držením vína pod malým přetlakem dusíku v hermeticky uzavřené nádobě a minimální operací s vínem na vzduchu. Je nutné udržovat obsah SO<sub>2</sub> ve víně v rozsahu 10-50 mg/l.

Vadné zoxidované a nahnědlé víno nelze napravit prostým přidavkem nebo předávkováním SO<sub>2</sub>. Podle stupně oxidace a zhnědnutí lze víno čířit zdravými kvasnicemi, přísady na bázi kaseinu, případně aktivním uhlím. Po následné filtraci vína je vhodné zcelit ho se zdravým vínem. [2]

### **Sirka**

Sirka patří mezi nejčastější vady vín. Je způsobena nadbytkem určitých těkavých sirných sloučenin v kvasícím moštu nebo víně. [2] Sloučeniny síry jsou nedílnou součástí mnoha látek tvořících aroma vína. [3] Rozlišujeme sirku klasickou, kterou způsobuje především nadbytek sirovodíku, a sirku merkaptanovou, na které se mohou podílet negativně páchnoucí merkaptany (tioly), těkavé sulfidy a disulfidy. [2] Tvoří se zápach po zkažených vejcích, který zcela potlačuje buketní a chuťové vjemy vína. [3] Barva vína se téměř nemění, ale pro samotný konzum je víno naprosto nepoužitelné i po odstranění závady.

Tuto vadu lze odstranit například ošetřením vadného vzorku vína přidavkem měďnatého přípravku, kterým může být síran měďnatý nebo citronan měďnatý. [2] Tento přídatek je ale omezen právním předpisem na maximálně 1 g na 100 litrů vína, přičemž zbytkový obsah mědi ve víně nesmí překročit 1 mg/l. [47] Měďnaté kationty tvoří se sirovodíkem a merkaptany nerozpustné sloučeniny, které se dostávají do kalů. Nedoporučuje se kombinace obou způsobů eliminace sirky, tedy provzdušnění vína a zároveň přídatek měďnatého prostředku, jelikož to může mít na víno výrazný prooxidační účinek. [2] Po vhodném číření a filtraci vína se doporučuje provést kontrolu zbytkové mědi ve specializované laboratoři. Při pozitivním nálezů se nadbytečná měď odstraňuje modrým čířením vína pomocí hexakyanoželeznatenu draselného. [47]

### **Kovové zákal**

Zákal se u vín mohou objevit při obsahu železa nad 5 mg/l. daleko vyšší pravděpodobnost vzniku kovového zákalu je ale při koncentraci vyšší než 10 mg/l. Biologické železo pocházející z hroznů je významným chemickým prvkem vína důležitým pro jeho správný vývoj. Přirozený obsah železa v hroznech z našich regionů je nižší, a proto není častou příčinou kovového zákalu. Ten se objevuje převážně v důsledku kontaminace železem z povrchů

technologických zařízení včetně nádob z neušlechtilé oceli, které nejsou chráněny speciálními odolnými materiály nebo nátěry, např. skleněné a keramické obklady, epoxidové živice apod. Hroznové rmuty, mošty a vína obsahují agresivní organické kyseliny, které z uvedených kovových povrchů uvolňují železo.

Příčinou zákalů je vždy trojmocné železo, které vzniká při styku vína se vzduchem. K tomu může dojít například při stáčení, scelování, lahvování nebo otevření láhve. Vada se projevuje bílým zákalem nebo našedlou usazeninou fosforečnanu železitého, který je fotoaktivní a na světle se reverzibilně ztrácí. Naopak v chladu a tmě sklepa se znovu objeví. Může se také vyskytnout černý zákal nebo usazenina železa a polyfenolů (tríslovin). [2]

Náprava vína postiženého touto vadou spočívá v jeho filtraci a následném modrém čiření pomocí hexakvanoželeznanu draselného pod státem schváleným dozorem. [47]

### ***Krystalické zákalý***

Krystalickými zákalý jsou nejčastěji zákalý a usazeniny vinného kamene nebo vinanu vápenatého. Tyto zákalý se v láhvi rychle usazují na dno. [2] Podle právního předpisu lze v láhvi vinný kámen tolerovat. [48] Čirý obsah láhve lze jednoduše při servírování oddělit dekantací vína nebo opatrným naléváním.

Příčinou tvorby krystalů je přesycený stav některé z těchto solí ve víně, kdy jejich molekuly postupně přecházejí do uspořádaného stavu a vypadávají z vína většinou v místech tzv. krystalizačních center (nečistota, nerovnosti na stěnách nebo uzávěrech, záměrně přidáné očkovací krystaly vinanů). Přesycení těchto solí ve víně, které vede k vysrážení krystalů, způsobuje zejména zvýšený obsah alkoholu po alkoholovém kvašení a snížení skladovací nebo transportní teploty vína. S poklesem teploty a větším obsahem alkoholu se rozpustnost krystalických solí snižuje.

Narušení rovnováhy a vypadnutí krystalických zákalů může vyvolat i okyselovací přídavek kyseliny vinné, vyšší dávky disiřičitanu draselného, neodborně provedené odkyselování s uhličitanem vápenatým, používání vápenatých bentonitů, čiření vína nebo jeho filtrace, kdy se odstraní ochranné koloidy proti krystalizaci, nebo také scelování vín s různým obsahem těchto solí.

Cílené vypadnutí krystalických zákalů lze řídit zchlazením vína na  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  a ponecháním pět dnů při této teplotě. Přidání očkovacích krystalů (vinného kamene a vinanu vápenatého, 200 – 400 g/hl) a promíchání vína tento proces urychluje a postačuje chladicí teplota  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Přibližně po pěti hodinách stání se stále podchlazené víno filtruje křemelinovým filtrem. [2] Při tomto ošetření vždy víno ztratí něco ze svého extraktu a mírně změní i aromatický a chuťový charakter. Metoda odstranění vinanů elektrodialýzou nebo katexem (iontový měnič) je u nás málo používaná. [47]

### ***Bílkovinné zákaly – vysrážení termolabilních proteinů***

Většina bílkovin a peptidů, které jsou přirozenou součástí vína, je v jiskrném víně potenciálně rozpustná. Některé jejich frakce se ale při změněných podmínkách, např. po filtraci, změně skladovacích nebo transportních teplot, otřesech vína apod., stávají nerozpustnými a z vína vypadávají. V lahvovaném víně pak lze pozorovat závoj, našedlé pruhy nebo bílošedé usazeniny, které po rozmíchání sedimentují až za několik hodin.

U bílých a rosé vín lze těmto zákalům předcházet čiřením bentonitem. Červená vína mohou být během výroby a ležení před závěrečnou finalizací a lahvováním samovolně stabilizována reakcí přirozeně se vyskytujících tříslovin s termolabilními bílkovinami, které vypadávají do kalů. Vadná vína lze čířit bentonitem, po několika dnech stočit a podle potřeby filtrovat. [2]

### ***Příchuť po polyfenolech***

Nahořklé příchuť se objevují u bílých vín z nezralých hroznů, ze rmutů silně ošetřených oxidem siřičitým nebo po příliš dlouhém ležení rmutu, případně z moštů získaných lisováním vysokými tlaky a bez odpovídajícího čiření a odkalení. Tento defekt vína často doprovází i vysoká, stáří vína neodpovídající barva.

Pro omezení výskytu těchto nežádoucích příchutí či zbarvení je nejlepší prevencí používat jednotné vyzrálé hrozny, které jsou šetrně sklizeny a zpracovány. Nápravu vadného vína lze provést odkalením, případně čiřením moštu bílkovinnými činidly nebo aktivním uhlím. Napravit mladá vína lze vyššími dávkami bílkovinných čířidel nebo PVPP a následnou filtrací. [2]

## 5 VZTAH SIŘIČITANŮ K FILTRAČNÍM PROCESŮM

### 5.1 Antioxidační kapacita vín

V této kapitole se budeme zabývat antioxidační kapacitou vín, jejím stanovením a metodami používanými právě k jejímu stanovení. Nejpoužívanější látkou pro zajištění antioxidační kapacity vína je oxid siřičitý přidávaný do vína v různých formách. I toto téma bude v následující kapitole rozebráno současně s popisem reakčních schopností  $\text{SO}_2$  a jeho účinků pozitivních i negativních.

Antioxidační účinky byly zjištěny u mnoha látek a potravin. Jednotlivé druhy antioxidantů mají odlišnou antioxidační kapacitu, což znamená, že každý antioxidant má jinou sílu. Aby bylo možné porovnat antioxidační účinky především u potravin, byl zaveden pojem celková antioxidační kapacita (TAA – Total Antioxidant Activity). Tento parametr kvantitativně popisuje schopnost antioxidantů odbourávat radikály. <sup>[49]</sup> Pravda je ale taková, že výsledky *in vitro* se mohou lišit od skutečných antioxidačních účinků látky *in vivo*. To může být způsobeno například působením enzymů v gastrointestinálním traktu.

### 5.2 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý se přidává do většiny vín a je základním pomocníkem při výrobě vín redukčním způsobem. Od dob Římanů pomáhal chránit víno před nežádoucím znehodnocením. <sup>[50]</sup> Přídavkem  $\text{SO}_2$  do hroznového rmutu, moštu nebo vína dochází k okamžité interakci s určitými látkovými složkami a současně ke vstupu do metabolických procesů zúčastněné mikroflóry nebo k ovlivnění oxidačně redukčních dějů. I když se díky moderní technologii jeho užití ve výrobě vína stále snižuje, doposud za něj nebyla nalezena plnohodnotná náhrada. Plní totiž několik funkcí současně – ochraňuje hroznové rmuty, mošty a vína před oxidací, aktivně působí proti nežádoucím mikroorganismům a oxidačním enzymům a vyvazuje některé produkty kvasných a oxidačních procesů, a tím chrání aroma vín. <sup>[2]</sup>

#### 5.2.1 Volná vs. vázaná forma oxidu siřičitého

$\text{SO}_2$  je ve víně přítomen jako volný v podobě kyseliny siřičité, hydrogensiřičitanu a siřičitanového aniontu a jako vázaný na některé organické sloučeniny.

Vytvořený poměr mezi volnou a vázanou formou závisí na množství dodaného SO<sub>2</sub> a na dějích proběhlých ve víně. Množství přidaného oxidu siřičitého se mění s pH vína, teplotou, termínem ošetření aj. Proto nelze přesně určit, jaké množství z celkově aplikovaného (uvolněného) SO<sub>2</sub> zůstane ve volné formě, kolik se ho okamžitě spotřebuje a kolik vyváže. Je však možné konstatovat, že jakékoli technologické manipulace (stáčení, filtrace, lahvování aj.) a sekundární alkoholové kvašení spotřebu volného SO<sub>2</sub> urychlují. [51]

Znalost volného SO<sub>2</sub> ve víně je významným prvkem ovládnutí jeho oxidačně redukčního stavu a případných mikrobiálních dějů v něm. Výhodné je sledovat vývoj poměru mezi současně stanovenými obsahy volného a celkového oxidu siřičitého. Jestliže vypočítané hodnoty poměru volného a celkového SO<sub>2</sub> v průběhu času klesají, je to signál, že kvasinky či bakterie jsou ve víně aktivní nebo že víno oxiduje.

Volná forma SO<sub>2</sub> vytvořením reduktivních podmínek brání rmut, mošt či víno a ochraňuje významné složky před oxidací. Přitom vytvořené chudé prostředí na kyslík vyhovuje ušlechtilým kmenům kvasinek a je nepříznivé pro život aerobních mikroorganismů, především octových bakterií a křísotvorných kvasinek. Na potlačení rozvoje mléčných bakterií, vláknitých hub a neušlechtilých kvasinek postačuje dávka 10-150 mg/l SO<sub>2</sub>, a to v závislosti na pH prostředí. Nemožnost zajištění spolehlivé mikrobiologické stability lahvovaného vína pouze oxidem siřičitým vyplývá z inhibiční dávky, která se pro ušlechtilé kmeny kvasinek pohybuje od 200 do 600 mg/l SO<sub>2</sub>.

Volný SO<sub>2</sub> se v kyselém prostředí moštů a vín vyskytuje v závislosti na pH prostředí ve třech podobách – nedisociovaná kyselina siřičitá a kyselina siřičitá disociovaná do prvního a druhého stupně. Pouze nedisociovaná část kyseliny siřičité má antimikrobiální účinek založený především na rozkladu thiaminu a blokování enzymu dehydrogenázy. Proto se tato část volného oxidu siřičitého označuje jako aktivní SO<sub>2</sub> působící antimikrobiálně.

Koncentrace aktivního SO<sub>2</sub> závisí na obsahu volného oxidu siřičitého, pH prostředí a teplotě vína. Při nízkém obsahu kyselin a stejných aplikačních dávkách SO<sub>2</sub> nelze zajistit totožný efekt antimikrobiálního ošetření moštů a rmutů ve srovnání s ročníky s dostatečnou kyselinou. Naopak, pokud mošt, který je velmi kyselý (pH 3,0 a méně), před kvašením odkalíme na jiskru a zbytečně ošetříme dávkou oxidu siřičitého vyšší než 5,0 mg/l, bude se zejména v podmínkách pod 20 °C velmi pomalu rozkvášet. Postupně však přítomné nebo přidané ušlechtilé kvasinky vytvoří acetaldehyd, který přítomný SO<sub>2</sub> vyváže do neaktivní

formy a alkoholové kvašení se postupně zrychlí. Podobně pokud chceme v mladých vínech podpořit biologické odbourávání kyseliny, musíme přídavky  $\text{SO}_2$  ve všech fázích vinifikace hroznů významně omezit. Zejména kombinace vysokých kyselin a vysokého obsahu  $\text{SO}_2$  brání rozmnožování mléčných bakterií. Naopak jestliže chceme zabránit biologickému odbourávání kyselin ve víně s nízkým obsahem kyselin, ani vyšší dávky  $\text{SO}_2$  tomuto procesu nezabrání a jediným řešením je mikrobiální filtrace (např. cross-flow filtr). [2]

Vedle uvedených vlastností volné formy  $\text{SO}_2$  není možné opomenout význam jeho vázané formy. Rozhodujícím důvodem, proč v současnosti nebyl oxid siřičitý nahrazen jinou látkou s redukčními vlastnostmi, je vyvazování acetaldehydu, který vzniká jako produkt oxidace vín nebo během alkoholového kvašení. Tvorba kyseliny acetaldehydsiřičité zabraňuje rychlému vývoji stařiny a aktivně působí na zlepšování a uchování žádaných chuťových a buketních vlastností vín. [52]

### 5.3 Pozitivní účinky oxidu siřičitého na hroznový mošt a víno

U vína se  $\text{SO}_2$  používá především z důvodu vyvázání vzdušného kyslíku, snížení aktivity oxidačních enzymů, snížení aktivity kvasinek a bakterií, vyvázání acetaldehydu a dalších podobných produktů a ochrany aroma vín. [50]

#### 5.3.1 Antioxidační účinky

Oxid siřičitý chrání vína před příliš silnou oxidací jak fenolových látek, tak i některých látek aromatických. Tento antioxidant zabraňuje madeirizaci a pomáhá udržovat dostatečně nízkou hladinu oxidoredukce, která je v průběhu skladování a zrání vína prospěšná a velmi důležitá při vývinu sensorických vlastností.

Oxid siřičitý reaguje s kyslíkem v plynné formě nebo s kyslíkem rozpuštěným. Oxiduje se na sírany, přičemž je tato reakce katalyzována ionty mědi nebo železa. Tvoření síranů ale „vysušuje“ víno, a to tak dostává tvrdou až kovovou chuť. Působením  $\text{SO}_2$  jsou chráněny tzv. křehké sloučeniny, tedy takové, které jsou významné pro kvalitu vína. Jde především o aromatické sloučeniny, trísloviny a antokyany. [50]



### 5.3.2 Působení proti oxidázám

Oxid siřičitý inhibuje a ničí tyrozinázu, tedy oxidázu hroznů, a současně lakázu, oxidázu produkovanou ušlechtilou plísní *Botrytis cinerea*. Tímto mechanismem jsou mošty chráněny před oxidací a také před oxidázovým zákalem bílých i červených vín pocházejících z nahnilých hroznů.

Enzymové oxidace jsou velmi rychlé procesy a rychlost jejich destrukce se zvyšuje se zvětšujícím se obsahem SO<sub>2</sub>. Pro inhibici lakázy je nutná poněkud vyšší dávka SO<sub>2</sub>. I tak si ale mošt ponechá reziduální oxidativní aktivitu, což může způsobit pozdější oxidace. Právě díky této sekundární oxidaci dochází k vývoji chuti mladých vín s obsahem tríslovin z hroznů mírně postižených hnilobou. [50]

### 5.3.3 Antimikrobní účinky

Působení SO<sub>2</sub> proti kvasinkám a bakteriím se využívá za účelem zabránění kvasinkovým fermentacím a bakteriálním onemocněním vína. Do buněk proniká velmi rychle SO<sub>2</sub> ve formě kyseliny siřičité, tedy v aktivní formě. Narušuje tak rozvoj mikroorganismů, jejich růst a rozmnožování nebo je usmrcuje. Určitá koncentrace SO<sub>2</sub> během daného času vyvolá destrukci určitého podílu mikroorganismů, ne však celého množství.

Oxid siřičitý působí na buňky zevnějšku, reaguje s jejich živinami a způsobuje změnu permeability buněčných membrán. Zevnitř pak reaguje s proteiny a enzymy.

Během skladování vína působí SO<sub>2</sub> proti všem mikroorganismům, především proti kvasinkám, BMK a méně i proti BOK. Dále také zabráňuje tvorbě zákalů způsobených kvasinkami, refermentaci sladkých vín, rozvoji křísotvorných kvasinek a rozličným bakteriálním chorobám. Celkově je ale působení SO<sub>2</sub> účinnější na bakterie než na kvasinky. [50]

### 5.3.4 Organoleptický vliv oxidu siřičitého na víno

Oxid siřičitý nejen že pomáhá udržet mikrobiální i antioxidační stabilitu vín, ale váže i acetaldehyd, a tím chrání aroma vína. Odstraňuje pachy zvětralosti, má vliv i na barvu a další organoleptické vlastnosti vína.

#### *Ovlivnění barvy vína*

Odbarvující účinek SO<sub>2</sub> je důsledkem chemické redukce hnědých sloučenin pocházejících z oxidací nebo změn struktury antokyanů a tríslovin. Takové změny jsou reverzibilní.

Oxid siřičitý reaguje na barvu nepřímo, blokuje nebo ničí oxidázni aktivity, popřípadě zabraňuje destrukci polyfenolů.

Zasíření hroznů ihned po sklizni usnadňuje a urychluje uvolňování antokyanů. Mošt a následně i víno jsou lépe zbarvené. Pokud má víno nižší obsah polyfenolů a současně i nižší obsah SO<sub>2</sub> (pod 30 mg/l), dochází k hnědnutí a zvětralosti chuti. <sup>[50]</sup>

### ***Ochrana aroma***

Některé odrůdové aromatické složky jsou velmi náchylné k oxidaci a je tedy nutné je před ní chránit. Jde např. o složky typu tiolů nebo kvasných esterů. Hyperoxidací nebo reakcí se směsí chinonů pocházejících z oxidací fenolů dochází k jejich rozkladu. Je tedy nutná dostatečná koncentrace SO<sub>2</sub> pro odbourání řady aromatických nebo fenolových sloučenin citlivých k oxidaci. <sup>[50]</sup>

## **5.4 Negativní působení oxidu siřičitého na člověka**

Oxid siřičitý podobně jako jiné produkty má určitou variabilní toxicitu. Ta závisí na použité dávce a individuální citlivosti konzumenta. Ze studií toxicity u člověka byly objeveny symptomy intoxikace, jako např. nevolnost, zvracení, podráždění žaludku nebo bolesti hlavy. <sup>[50]</sup>

Tato konzervační látka je podle potravinového práva řazena mezi alergeny. <sup>[53]</sup> Nezáleží ale na formě přijatého SO<sub>2</sub>. Jeho vázaná část je hydrolyzována žaludečními kyselinami, a proto je podle právních předpisů ve víně sledován obsah celkového SO<sub>2</sub>.

Pro různé druhy a kategorie vín jsou povolené i jiné maximální hodnoty celkového SO<sub>2</sub>. <sup>[47]</sup> Pokud je koncentrace SO<sub>2</sub> ve víně vyšší než 10 mg/l, musí výrobce o této skutečnosti informovat spotřebitele na etiketě výrobku. <sup>[2]</sup>

## **5.5 Metody stanovení antioxidační kapacity vín**

Metod zaměřených na měření TAA je celá řada. Antioxidační kapacitní testy lze rozdělit na dva typy založené na reakcích HAT a reakcích ET. Nejvíce používanými metodami jsou metody TEAC, TRAP a ORAC. <sup>[49]</sup>

### 5.5.1 Metody založené na přenosu vodíkových atomů

Mezi testy založené na HAT lze zařadit metodu ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), která spektrofotometricky analyzuje fluorescein rozložený peroxy-radikálem pocházejícím z AAPH (2,2'-azobis(2-methylpropionamidin)dihydrochlorid).<sup>[54, 55]</sup> Dále také k těmto testům patří metoda TRAP (Total Radical-trapping Antioxidant Parametr) zkoumající fluorescenční intenzitu luminolu oxidovaného podobným kyslíkovým radikálem.<sup>[56]</sup>

### 5.5.2 Metody založené na přenosu elektronů

Testy založené na ET zahrnují DPPH metodu kolorimetricky analyzující DPPH (1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl).<sup>[57]</sup> Další metodou je TEAC kolorimetricky analyzující ABTS (kyselina 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonová)).<sup>[58]</sup>

Trolox je syntetický antioxidant, jehož antioxidační aktivita je známá. Při metodě TEAC se tedy výsledky měření přepočítávají na antioxidační kapacitu troloxu.<sup>[49]</sup>

## 6 ENOLOGICKÉ ANALÝZY VE VZTAHU K FILTRACI

V enologických laboratořích lze stanovit některé látky obsažené ve víně, ale nemůžeme posoudit senzorycké vlastnosti vína. Především pro kontrolní úřady je nutné víno podrobit chemické analýze. Pro potřeby České zemědělské a potravinářské inspekce a pro potřeby zjištění údajů, které se musí uvádět na etiketě, jsou tyto analytické rozborů prováděny v akreditovaných laboratořích. Jde především o rozbor vína z hlediska obsahu alkoholu jak skutečného, tak celkového. Dále se zjišťuje obsah bezcukerného extraktu, obsah těkavých kyselin, volného i celkového SO<sub>2</sub> apod. [59] Pro nás je ale nyní důležité prozkoumat zfiltrované víno z hlediska možného obsahu nežádoucích látek, které filtrací měly být odstraněny.

### 6.1 Stanovení minerálních látek ve víně

Zdrojem minerálních látek vína jsou hrozny, případně některá povolená aditiva přidaná do vína během výroby. Jedná se zejména o draslík, vápník, hořčík a další minerální prvky závislé na složení půdy vinice. [2]

V průběhu zrání se obsah minerálních látek v hroznech zvyšuje, přičemž v převaze bývá draslík. Při jejich nedostatku v půdě dochází k poruchám růstu a celkové vegetace hroznů. Minerální látky, především draslík a fosforečnany, mají důležitou funkci při výživě kvasinek. V průběhu kvašení a čištění vína se jich část vysráží, tudíž obsah minerálních látek ve víně je znatelně nižší než v původním moštu. [3]

Minerální látky ovlivňují především chuť vína a jsou součástí jeho celkového extraktu. Celkové množství se vyjadřuje jako obsah popela, který zůstane po vysušení a spálení vína. [2] Množství popela v moštech se pohybuje v rozmezí od 3 do 5 g/l. [3] V současnosti není dána minimální hodnota obsahu popela ve vínech, ale obsah minerálních látek pod 1,2 g/l může vést k podezření, že bylo víno zředěno vodou. [2]

#### 6.1.1 Stanovení mědi spektrofotometricky

Obsah mědi ve víně poukazuje na jeho hygienickou hodnotu a její přirozený obsah ve víně bývá maximálně 1 mg/l. Měď se nechá zreagovat s 2,9-dimethyl-4,7-difenyl-1,10-fenantrolin-3,6-disulfonem sodným za vzniku barevného produktu a na základě jeho vzniku se měď stanoví spektrofotometricky při vlnové délce 480 nm. Vína s vyšším obsa-

hem antokyaninů se díky redukčnímu činidlu vybarvují a interferují. Z tohoto důvodu se pro výpočet obsahu mědi od naměřené absorbance vzorku s přidavkem reakční směsi odečte hodnota absorbance vzorku bez přidavku reakční směsi a tato hodnota se použije pro výpočet množství mědi v mg/l. [37]

### 6.1.2 Stanovení železa spektrofotometricky

Přirozený obsah železa ve víně se pohybuje v rozmezí od 2 do 10 mg/l. [37] Vyšší množství se odstraňuje čířením, z důvodu zamezení zákalům. [3]

Železo se stanoví spektrofotometricky při vlnové délce 470 nm, a to na základě vzniku barevného produktu z reakce železa s peroxidem vodíku a thiokyanátem draselným. Pro výpočet množství železa je nutné odečíst hodnotu absorbance vzorku bez přidavku thiokyanátu od naměřené absorbance vzorku s přidavkem roztoku thiokyanátu, a tuto hodnotu použít ke stanovení obsahu železa ve víně v mg/l. [37]

### 6.1.3 Stanovení minerálních látek instrumentálními metodami

Všeobecně se používají klasické metody jako gravimetrie, volumetrie nebo destilační metody. Ty jsou ale málo specifické a většinou bývají vhodné pouze pro stanovení prvků s vyšším zastoupením. Naopak moderní instrumentální metody jsou více specifické a univerzální. Při jejich použití se můžeme snadno dostat na stopové až ultrastopové hladiny zastoupení. [37]

#### *Atomová absorpční spektrometrie (AAS)*

Touto metodou lze stanovit přes 60 prvků. Stanovení je založeno na absorpci záření, které je vydáváno výbojkou s dutou elektrodou, jejíž katoda obsahuje prvek, který chceme stanovit. Podle Kirchhoffova zákona dochází k absorpci záření pouze na těch vlnových délkách, které jsou výbojkou emitovány. Absorpce záření je přímo úměrná koncentraci prvku v absorpční zóně spektrometru. Jednotlivé prvky se stanovují po kalibraci na standardy o známých koncentracích. [37]

#### *Atomová emisní a fluorescenční spektrometrie (AES, AFS)*

Metody jsou založeny na měření přímo nebo indukovaně vydávaného záření po dodání energie jednotlivým prvkům nízkoenergetickými zdroji nebo vysokoenergetickými plazmaty. Jedná se o mnohoprvkovou metodu. V závislosti na typu detektoru lze stanovit praktic-

ky všechny prvky periodické soustavy v jednom vzorku, a to za relativně krátkou dobu. Výsledky stanovení je možné získat až po kalibraci na známé koncentrace jednotlivých prvků. [37]

### ***Molekulová absorpční spektrometrie (MAS)***

Molekulová absorpční spektrometrie je metoda založená na absorpci záření v UV, VIS nebo IR oblasti spektra molekulami komplexů stanovovaného prvku. Nejčastěji se používá oblast viditelného světla, tedy vlnové délky 300 – 700 nm, kdy celá řada prvků tvoří s organickými činidly barevné komplexy. Jednotlivé prvky se stanovují po kalibraci na standardy o známých koncentracích. [37]

### ***Hmotnostní spektrometrie ve variantě s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS)***

Metoda umožňuje v závislosti na možnostech rozlišení hmotností a stanovení jednotlivých izotopů prvků a jejich vzájemných poměrů. Lze ji použít pro vyšší koncentrace prvků, ale i pro ultrastopové hladiny, a to úpravou přístrojových parametrů. Metoda umožňuje přesná měření jednotlivých prvků po kalibraci nebo semikvantitativní stanovení prakticky všech prvků bez kalibrace z odezvových křivek detektoru. [37]

## **6.2 Stanovení dusíkatých látek**

V bobulích se může dusík vyskytovat jak v anorganické, tak i organické formě. [3] Jde o látky, které jsou spotřebovávány kvasinkami. Jejich koncentrace ve víně závisí na původu vína a technologii výroby. Dusíkaté látky jsou součástí celkového extraktu vína [2] a přímo ovlivňují jeho kvalitu. [3] Vyšší obsahy především bílkovin nejsou žádoucí kvůli jejich nízké stabilitě a tvoření zákalů ve víně. Z toho důvodu se zejména u bílých vín odstraňují termolabilní bílkoviny čiřením bentonitem. [2]

Hlavními dusíkatými sloučeninami jsou bílkoviny, aminokyseliny a sloučeniny obsahující dusík a amonné formě. [3]

### **6.2.1 Stanovení obsahu aminokyselin ve víně pomocí automatického analyzátoru aminokyselin (AAA)**

Pokud chceme stanovit složení aminokyselin ve víně, je možné využít kapalinovou chromatografii za použití AAA s ionexovou kolonou a ninhydridovou fotometrickou detekcí. Výsledky vzorků vína z tohoto měření je nutné následně porovnat se standardy. [37]

### 6.2.2 Stanovení bílkovin v bílých vínech spektrofotometricky

Bílkoviny se v bílých vínech stanovují spektrofotometricky při vlnové délce 720 nm, a to na základě měření absorbance dvou komplexů rozdílně absorbujících světlo. Jde o Biuretův komplex tvořený měďnatými ionty a sloučeninami obsahujícími minimálně dvě peptidické vazby. Druhý komplex vzniká redukcí fosfowolframanů a fosfomolybdenanů Folin-Ciocalteuova činidla tyrozinem, který je vázán v bílkovinách v přibližně konstantním množství.

Množství bílkovin ve víně se vyjadřuje v gramech hovězího sérového albuminu v jednom litru vína. [37]

## 6.3 Stanovení přírodních a syntetických barviv ve víně

Trísloviny a barviva vína řadíme mezi netěkavé fenolové látky. Původním zdrojem fenolů jsou hrozny, přičemž během jejich vinifikace, školení a zrání vína podléhají značným změnám. V bílých vínech bývá obsah fenolů do 250 mg/l, v červených vínech až desetkrát více. Významnou skupinu fenolických látek tvoří flavonoidy a antokyanová barviva. [60]

### 6.3.1 Stanovení polyfenolů v červených vínech s Folin-Ciocalteuovým činidlem spektrofotometricky

Obsah polyfenolů se v červených vínech stanovuje spektrofotometricky, tedy měřením absorbance při vlnové délce 700 nm, a to na základě vzniku barevné reakce hydroxidových skupin fenolických látek s Folin-Ciocalteuovým činidlem. [37]

### 6.3.2 Stanovení polyfenolů v bílých vínech spektrofotometricky

V bílých vínech se obsah polyfenolů stanovuje spektrofotometricky při vlnové délce 600 nm na základě vzniku barevné reakce fenolických látek s citrátem železito-amonným v alkalickém prostředí.

Množství polyfenolů se následně vyjádří jako množství miligramů taninu v jednom litru analyzovaného vína. [37]

### 6.3.3 Stanovení syntetických barviv v červených vínech

Syntetická barviva, pokud jsou v analyzovaném víně přítomná, se vyizolují na odtučněné vlněné vlákno, následuje extrakce a poté se identifikují pomocí papírové chromatografie.

Jedna nebo více barevných skvrn dokazuje použití syntetických barviv. Pokud se objeví nevýrazná hnědá skvrna, test je negativní. <sup>[37]</sup>



## ZÁVĚR

Z hlediska účinnosti zachycování zákalových částic a bílkovin je nejvhodnější křemelinová filtrace. Velmi kalné víno lze filtrovat pomocí cross-flow filtrace nebo svíčkovými naplavovacími filtry, které mají vysokou účinnost filtračního cyklu. Pro odstranění proteinů a bílkovinných zákalů je vhodná křemelinová filtrace i ultrafiltrace, kterou lze odstranit i nerozpuštěné látky, viry, polysacharidy a celkové mikrobiální znečištění. Použitím ultrafiltrace ale dochází ke snížení intenzity barvy vína a obsahu polyfenolů, což se negativně projevuje na jeho chuti a vůni. Absolutní mikrobiální čistoty lze dosáhnout mikrofiltrací, která vínu současně dodá jiskru. Dále lze k filtraci s dosahem na mikroorganismy použít svíčkové naplavovací filtry. Pomocí nanofiltrace dosáhneme odstranění cukrů, barviv, pesticidů a herbicidů, rozpustných minerálních solí a až 99 % bakterií z vína. Takto lze vyčistit víno od minerálních solí a bakterií i hyperfiltrací, neboli reverzní osmózou.

Použitím správného typu filtrace může vinař částečně napravit víno poškozené určitou nemocí, vadou nebo nedostatkem. Křemelinovou filtrací lze odstranit vláčkovatění a přerušit mléčné kvašení vína. Stejně jako touto filtrací lze odstranit krystalické zákalů i elektrodiálýzou. Ta neovlivňuje ani obsah fenolů ve víně, ani množství polysacharidů. Současně nevyvolává žádné fyzikálně-chemické změny, ale může dojít ke změnám v chemizmu takto filtrovaného vína. Membránovou filtrací lze poměrně dobře odstranit křís způsobený křísotvornými kvasinkami. Nevýhodou tohoto typu filtrace je ale použití pouze pro víno, které již bylo předem filtrováno filtrem určeným k odstranění větších částic, než je toho schopna membránová filtrace. Křísu se lze stejně tak zbavit i vložkovou filtrací, která je současně nejjednodušší na obsluhu.

Pokud bychom chtěli použít filtr, který je více odolný vůči zanášení a znečištění, je vhodné využít nanofiltraci, která současně může pracovat i v režimu cross-flow. Tento typ filtrace má širší použití.

Z finančního hlediska je pro větší objem filtrovaného vína výhodná křemelinová filtrace, která ani neničí vnitřní náplň vína. Dále je na pořízení méně nákladná vložková filtrace, to ale neplatí pro provozní náklady. Ekonomicky nevýhodná je díky vysokým provozním nákladům reverzní osmóza, to samé platí i pro cross-flow filtraci.

Výše uvedené filtrační systémy jsou publikované po stránce vědecké, výzkumné i aplikační. Budou postupně začleňovány i do technologií přípravy nápojů z hroznových a ovoc-

ných moštů i šťáv některých druhů zelinářské produkce za účelem až posílení imunity člověka.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FARKAŠ, Ján. *Technologie a biotechnologie vína*. Státní nakladatelství technické literatury, 1980.
- [2] BALÍK, Josef a Jan STÁVEK. *Vinařská technologie*. Valtice: Národní vinařské centrum, 2017. ISBN 978-80-87498-77-4.
- [3] FIC, Vlastimil. *Víno: analýza, technologie, gastronomie*. Český Těšín: 2 THETA, 2015. ISBN 9788086380773.
- [4] Co je kvalitní filtrace vína?. *Bílek filtry: Vinařství - filtrace vína, moštu a podpůrných médií* [online]. Josefov, 2019 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://filtrace.com/clanky-a-odborne-texty/detail/150/co-je-kvalitni-filtrace-vina/>.
- [5] Filtrační křemelina. *BS Vinařské potřeby* [online]. Velké Bílovice, 2019 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/filtracni-materialy/filtracni-kremelina/>.
- [6] Výhody svíčkové křemelinové filtrace FKS pro vinařství. *Bílek filtry: Vinařství - filtrace vína, moštu a podpůrných médií* [online]. Josefov, 2019 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://filtrace.com/svickova-kremelinova-filtrace-pro-vinarstvi/>.
- [7] RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOURDIEU, D., 2006. *Handbook of Enology*. Volume 2. Chichester: John Wiley and Sons.
- [8] Membránové filtrační systémy. *Powerplastic* [online]. Žďár nad Sázavou, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.powerplastics.cz/uprava-vody-membranova-filtrace/>.
- [9] Membránová technika a membránová filtrace. *ProMinent* [online]. Heidelberg, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.prominent.cz/cs/V%C3%BDrobky/V%C3%BDrobky/Membr%C3%A1nov%C3%A1-technika-a-membr%C3%A1nov%C3%A1-filtrace/pg-membrane-technology-and-filtration.html>.
- [10] Technologie: Mikrofiltrace a filtrace s křížovým tokem. *Porex: Filtration grup* [online]. 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <http://www.porexfiltration.com/learning-center/technology/what-is-cross-flow-filtration/>.

- [11] KAZEMI, Amir S., Blake PATTERSON, Ryan J. LARUE, Panagiotis PAPANGELAKIS, Seung Mi YOO, Raja GHOSH a David R. LATULIPPE. Microscale parallel-structured, cross-flow filtration system for evaluation and optimization of the filtration performance of hollowfiber membranes. *Separation and Purification Technology* [online]. 2019, 215, 299-307 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1016/j.seppur.2018.12.067. ISSN 13835866. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383586618321397>.
- [12] ARRIAGADA-CARRAZANA, J.P., C. SÁEZ-NAVARRETE a E. BORDEU. Membrane filtration effects on aromatic and phenolic quality of Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Food Engineering* [online]. 2005, 68(3), 363-368 [cit. 2019-03-12]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.06.011. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877404002936>.
- [13] Filtrační a separační technologie: Mikrofiltrace. *SepPro Consult: Potravinářství* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.seppro.eu/produkty/filtracni-technologie/>.
- [14] Mikrofiltrace. *MemBrain* [online]. Stráž pod Ralskem, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.membrain.cz/mikrofiltrace.html>.
- [15] Výhody mikrofiltrace ve vinařství. *Bílek filtry: Vinařství - filtrace vína, moštu a podpůrných médií* [online]. Josefov, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://filtrace.com/vyhody-mikrofiltrace-ve-vinarstvi/>.
- [16] Filter cartridges help wine to achieve stability. *Filtration + Separation* [online]. 2018, 55(3), 14-15 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1016/S0015-1882(18)30250-7. ISSN 00151882. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0015188218302507>.
- [17] RAYESS, Youssef El, Yannick MANON, Nicolas JITARIOUK, Claire ALBASI, Martine Mietton PEUCHOT, Audrey DEVATINE a Luc FILLAUDEAU. Wine clarification with Rotating and Vibrating Filtration (RVF): Investigation of the impact of membrane material, wine composition and operating conditions. *Journal of Membrane Science* [online]. 2016, 513, 47-57 [cit. 2019-03-12]. DOI: 10.1016/j.memsci.2016.03.058. ISSN 03767388. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0376738816301909>.
- [18] DOULIA, Danae S., Efstathios K. ANAGNOS, Konstantinos S. LIAPIS a Demetrios A. KLIMENTZOS. Removal of pesticides from white and red wines by microfiltration. *Journal of Hazardous Materials* [online]. 2016, 317, 135-146 [cit. 2019-03-06].

DOI: 10.1016/j.jhazmat.2016.05.054. ISSN 03043894. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389416304927>.

[19] BUFFON, P., H. HEYMANN a D. E. BLOCK. Sensory and Chemical Effects of Cross-Flow Filtration on White and Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2014, 65(3), 305-314 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.5344/ajev.2014.13090. ISSN 0002-9254. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/cgi/doi/10.5344/ajev.2014.13090>.

[20] CZEKAJ, Piotr, Francisco LÓPEZ a Carme GÜELL. Membrane fouling by turbidity constituents of beer and wine: characterization and prevention by means of in-frasonic pulsing. *Journal of Food Engineering* [online]. 2001, 49(1), 25-36 [cit. 2019-03-12]. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00181-3. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877400001813>.

[21] Filtrační a separační technologie: Ultrafiltrace. *SepPro Consult: Potravinářství* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.seppro.eu/produkty/filtracni-technologie/>.

[22] Ultrafiltrace. *MemBrain* [online]. Stráž pod Ralskem, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.membrain.cz/ultrafiltrace.html>.

[23] SHI, Heng, Douglas M. BURMEISTER, Andrew FROST, Darrell A. PATTERSON a Bryony JAMES. Towards continuous wine fining: Materials characterisation and crossflow performance testing of polymer-bentonite mixed matrix membranes. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering* [online]. 2018, 13(1) [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1002/apj.2148. ISSN 19322135. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/apj.2148>.

[24] Nanofiltrace. *MemBrain* [online]. Stráž pod Ralskem, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.membrain.cz/nanofiltrace.html>.

[25] Filtrační a separační technologie: Nanofiltrace. *SepPro Consult: Potravinářství* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.seppro.eu/produkty/filtracni-technologie/>.

[26] SONG, Guocheng, Jing LI, Junrong YU, Yan WANG, Jing ZHU a Zuming HU. High Performance Microfiltration Composite Membranes Based on Phenolphthalein Poly(ether sulfone) Nanofibrous Substrate with Hydrophilic Coating. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* [online]. 2019, 19(6), 3495-3504 [cit. 2019-03-06].

DOI: 10.1166/jnn.2019.16035. ISSN 1533-4880. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/10.1166/jnn.2019.16035>.

[27] Reverzní osmóza. *MemBrain* [online]. Stráž pod Ralskem, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.membrain.cz/reverzni-osmoza.html>.

[28] Filtrační a separační technologie: Reverzní osmóza. *SepPro Consult: Potravinářství* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.seppro.eu/produkty/filtracni-technologie/>.

[29] Crossflow Filtr. *Bílek filtry: Vinařství - filtrace vína, moštu a podpůrných médií* [online]. Josefov, 2019 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://filtrace.com/cross-flow-filtr/>.

[30] Výhody filtrů Cross-flow for Wine FCW. *Bílek filtry: Vinařství - filtrace vína, moštu a podpůrných médií* [online]. Josefov, 2019 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://filtrace.com/vyhody-filtru-cross-flow-for-wine/>.

[31] Porozumění filtraci s křížovým tokem. *Porex: Filtration grup* [online]. 2019 [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <http://www.porexfiltration.com/learning-center/technology/what-is-cross-flow-filtration/>.

[32] BURG, Patrik a Pavel ZEMÁNEK. *Vinařský obzor 7 - 8/2021: Využití elektrodialýzy při stabilizaci vína. ISSUU* [online]. 2019, 10. 4. 2013 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: [https://issuu.com/vinarsky\\_obzor/docs/vo\\_07-08\\_2012.pdf/32](https://issuu.com/vinarsky_obzor/docs/vo_07-08_2012.pdf/32).

[33] Elektrodialýza. *CZEMP - Česká membránová platforma* [online]. Česká Lípa, 2019 [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://www.czemp.cz/cs/seznam-membranovych-procesu/ed-elektrodialyza>.

[34] Elektrodialýza. *MemBrain* [online]. Stráž pod Ralskem, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.membrain.cz/elektrodialyza.html>.

[35] ONUR, Aysu, Aaron NG, Gil GARNIER a Warren BATCHELOR. Engineering cellulose fibre inorganic composites for depth filtration and adsorption. *Separation and Purification Technology* [online]. 2018, 203, 209-216 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1016/j.seppur.2018.04.038. ISSN 13835866. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383586617341011>.

- [36] Filtrační desky. *BS Vinařské potřeby* [online]. Velké Bílovice, 2019 [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: [https://www.vinarskepotreby.cz/filtracni-materialy/filtracni-desky/?&force\\_sid=2b884a6da7bd57d678631fe58bb8e91d](https://www.vinarskepotreby.cz/filtracni-materialy/filtracni-desky/?&force_sid=2b884a6da7bd57d678631fe58bb8e91d).
- [37] FIC, Vlastimil. *Sborník aplikačních postupů: víno - analýza, technologie výroby, gastronomie*. Český Těšín: 2 Theta, 2014. ISBN 9788086380711.
- [38] ] RIBÉREAU-GAYON, Pascal, Denis DUBOURDIEU a Bernard DONÈCHE. *Handbook of enology*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley, 2006. ISBN 0470010371.
- [39] *Microbial ecology of food commodities*. 2nd ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, c2005. ISBN 030648675x.
- [40] TEMPÈRE, Sophie, Axel MARCHAL, Jean-Christophe BARBE, Marina BELY, Isabelle MASNEUF-POMAREDE, Philippe MARULLO a Warren ALBERTIN. The complexity of wine: clarifying the role of microorganisms. *Applied Microbiology and Biotechnology* [online]. 2018, 102(9), 3995-4007 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.1007/s00253-018-8914-8. ISSN 0175-7598. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00253-018-8914-8>.
- [41] GUO, Yan-Yun, Yan-Ping YANG, Qian PENG a Ye HAN. Biogenic amines in wine: a review. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2015, 50(7), 1523-1532 [cit. 2018-10-24]. DOI: 10.1111/ijfs.12833. ISSN 09505423. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/ijfs.12833>.
- [42] NANNELLI, F., O. CLAISSE, E. GINDREAU, G. DE REVEL, A. LONVAUD-FUNEL a P.M. LUCAS. Determination of lactic acid bacteria producing biogenic amines in wine by quantitative PCR methods. *Letters in Applied Microbiology* [online]. 2008, 47(6), 594-599 [cit. 2018-10-24]. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2008.02472.x. ISSN 02668254. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1472-765X.2008.02472.x>.
- [43] CHOVANOVÁ, K., L. KRAKOVÁ, K. ŽENIŠOVÁ, V. TURCOVSKÁ, B. BREŽNÁ, T. KUČHTA a D. PANGALLO. Selection and identification of autochthonous yeasts in Slovakian wine samples using a rapid and reliable three-step approach. *Letters in Applied Microbiology* [online]. 2011, 53(2), 231-237 [cit. 2019-10-24]. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2011.03097.x. ISSN 02668254. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1472-765X.2011.03097.x>.

- [44] MATEO, E., M.J. TORIJA, A. MAS a E.J. BARTOWSKY. Acetic acid bacteria isolated from grapes of South Australian vineyards. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2014, 178, 98-106 [cit. 2018-10-24]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.03.010. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160514001238>.
- [45] SACKS, G. L., GATES, M. J., FERRY, F. X., LAVIN, E. H., KURTZ, A. J., ACREE, T. E., 2012. Sensory Threshold of 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (TDN) and Concentration in Young Riesling and non-Riesling Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(12), 2998-3004.
- [46] PONS, A., LAVIGNE, V., LANDAIS, Y., DARRIET, P., DUBOURDIEU, D., 2010. Identification of a Sotolon Pathway in Dry White Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(12), 7273-7279.
- [47] Nařízení Komise (ES) č. 606/2009, kterým se stanoví některá prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 479/2008, pokud jde o druhy výrobků z révy vinné, enologické postupy a omezení, která se na ně použijí, v platném znění.
- [48] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty, v platném znění.
- [49] Jak se měří antioxidační kapacita?. *BANALOKA* [online]. Praha, 19. 6. 2017 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: <https://www.bonaloka.cz/news/jak-se-meri-antioxidacni-aktivita/>.
- [50] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Oxid siřičitý v enologii*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2012. ISBN 9788090531901.
- [51] BARBE, J. C., DE REVEL, G., JOYEUX, A., LONVAUD-FUNEL, A., BERTRAND, A., 2000. Role of Carbonyl Compounds in SO<sub>2</sub> Binding Phenomena in Musts and Wines from Botrytized Grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3413-3419.
- [52] RIBÉREAU-GAYON, P., BRANCO, J. M., et al., 2005. *Handbook of enology – The Microbiology of Wine and Vinifications*. Volume 1. 2. vyd. Chichester: John Wiley & Sons.



[53] Vyhláška š. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin tabákových výrobků, ve znění pozdějších předpisů.

[54] NAGUIB, Yousry M.A. A Fluorometric Method for Measurement of Oxygen Radical-Scavenging Activity of Water-Soluble Antioxidants. *Analytical Biochemistry* [online]. 2000, 284(1), 93-98 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1006/abio.2000.4691. ISSN 00032697. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003269700946918>.

[55] WATANABE, Jun, Tomoyuki OKI, Jun TAKEBAYASHI, Koji YAMASAKI, Yuko TAKANO-ISHIKAWA, Akihiro HINO a Akemi YASUI. Method Validation by Interlaboratory Studies of Improved Hydrophilic Oxygen Radical Absorbance Capacity Methods for the Determination of Antioxidant Capacities of Antioxidant Solutions and Food Extracts. *Analytical Sciences* [online]. 2012, 28(2) [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.2116/analsci.28.159. ISSN 0910-6340. Dostupné z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/analsci/28.159?from=CrossRef>.

[56] EVELSON, Pablo, Marina TRAVACIO, Marisa REPETTO, Jorge ESCOBAR, Susana LLESUY a Eduardo A. LISSI. Evaluation of Total Reactive Antioxidant Potential (TRAP) of Tissue Homogenates and Their Cytosols. *Archives of Biochemistry and Biophysics* [online]. 2001, 388(2), 261-266 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1006/abbi.2001.2292. ISSN 00039861. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003986101922921>.

[57] YAMAGUCHI, Tomoko, Hitoshi TAKAMURA, Teruyoshi MATOBA a Junji TERAO. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* [online]. 2014, 62(6), 1201-1204 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1271/bbb.62.1201. ISSN 0916-8451. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1271/bbb.62.1201>.

[58] RE, Roberta, Nicoletta PELLEGRINI, Anna PROTEGGENTE, Ananth PANNALA, Min YANG a Catherine RICE-EVANS. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* [online]. 1999, 26(9-10), 1231-1237 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3. ISSN 08915849. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584998003153>.

[59] KRAUS, Vilém a Jiří KOPEČEK. *Setkání s vínem*. Aktualiz. vyd. Praha: Radix, 2012. ISBN 9788086031965.

[60] BALÍK, J., 2010. *Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech*. 3. vyd. Brno: Folia Universitas Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Apod.	A podobně.
Např.	Například.
Aj.	A jiné.
Tzv.	Tak zvaný.
Vs.	Versus.
$\mu\text{m}$	Mikrometr.
MPa	Megapascal.
$^{\circ}\text{C}$	Stupeň Celsia.
nm	Nanometr.
Hz	Hertz.
V	Volt.
l/h	Litr za hodinu.
$\text{m}^2$	Metr čtverečný.
% obj.	Objemová procenta.
mg	Miligram.
mg/l	Miligram na litr.
g/hl	Gram na hektolitr.
g/l	Gram na litr.
Da	Dalton.
$\text{CO}_2$	Oxid uhličitý.
$\text{SO}_2$	Oxid siřičitý.
PES	Polyester.
PVDF	Polyvinilidendifluorid.
PP	Polypropylen.

---

PAN	Polyakrylonitril.
PVPP	Polyvinilpolypyrrolidon.
TDN	Dihydronaftalen.
AAPH	2,2'-azobis(2-methylpropionamidin)dihydrochlorid.
ABTS	Kyselina 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonová).
pH	Potenciál vodíku.
PCR	Polymerázová řetězová reakce.
ITS-PCR	Polymerázová řetězová reakce interního transkribovaného spaceru.
rRNA	Ribozomální ribonukleová kyselina.
DNA	Deoxyribonukleová kyselina.
TAA	Celková antioxidační kapacita.
BA	Biogenní aminy.
BMK	Bakterie mléčného kvašení.
BOK	Bakterie octového kvašení.
HAT	Přenos vodíkových atomů.
ET	Přenos elektronů.
TEAC	Trolox Equivalent Antioxidant Capacity.
TRAP	Total Radical-trapping Antioxidant Parametr.
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity.
DPPH	1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl.
AES	Atomová emisní spektrometrie.
AFS	Atomová fluorescenční spektrometrie.
AAS	Atomová absorpční spektrometrie.
MAS	Molekulová absorpční spektrometrie.
UV	Ultrafialové záření.

VIS	Viditelné světlo.
IR	Infračervené záření.
ICP-MS	Hmotnostní spektrometrie ve variantě s indukčně vázaným plazmatem.
AAA	Automatický analyzátor aminokyselin.