VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ
FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

SLEDOVÁNÍ ZMĚN CHEMICKÉHO SLOŽENÍ VÍNA BĚHEM TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA
MONITORING OF CHEMICAL COMPOSITION CHANGES IN WINE DURING THE WINE MAKING PROCESS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — **Marie Orságová**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — **doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.**
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA CHEMICKÁ

Zadání bakalářské práce

Číslo práce:	FCH-BAK1577/2019	Akademický rok:	2019/20
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií		
Studentka:	**Marie Orságová**		
Studijní program:	Chemie a technologie potravin		
Studijní obor:	Potravinářská chemie		
Vedoucí práce:	**doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.**		

Název bakalářské práce:

Sledování změn chemického složení vína během technologie výroby vína

Zadání bakalářské práce:

1. Vypracování teoretické části práce
2. Analýza vzorků vín v různé fázi výroby vína pomocí technik ICP–OES, HPLC, UV–VIS
3. Zpracování naměřených výsledků, diskuse výsledků práce

Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2020:

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

Marie Orságová student(ka)	doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D. vedoucí práce	prof. RNDr. Ivana Márová, CSc. vedoucí ústavu

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

V Brně dne 31.1.2020

ABSTRAKT

Odrůda vína Chardonnay byla sklizena na Znojemsku na viniční trati Načeratický kopec. V souvislosti s celým vinařským procesem této konkrétní odrůdy byl výzkum zaměřen na změny koncentrací minerálních látek v průběhu zrání. V teoretické části je charakterizována technologie výroby vína a také klasifikace a chemické složení vína. V experimentální části byla použita analytická technika optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) pro stanovení minerálních látek (K, Ca, P, Mg, Na, Zn, Cu, Fe a Mn) ve víně. Data ukazují rozdíly změn koncentrací všech makroprvků i mikroprvků během celé technologie výroby vína.

ABSTRACT

The Chardonnay wine variety was harvested in the region of Znojmo on the wine rout Načeratický kopec. In connection with the entire winemaking process of this particular variety, research was focused on mineral concentration changes during the maturation process. The theoretical part characterizes the technology of wine production, as well as the classification and chemical composition of wine. In the experimental part, the analytical technique of inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) was used for the determination of minerals (K, Ca, P, Mg, Na, Zn, Cu, Fe and Mn) in wine. The data show the differences in the concentrations of all macroelements and microelements during the whole wine production technology.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vinná réva *(Vitis vinifera)*, Chardonnay, minerální látky, ICP-OES

KEYWORDS

Grapevine *(Vitis vinifera)*, Chardonnay, mineral composition, ICP-OES

ORSÁGOVÁ, Marie. *Sledování změn chemického složení vína během technologie výroby vína*. Brno, 2020. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Pavel Diviš.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s využitím uvedených pramenů a literatury. Bakalářská práce patří majetku Fakulty chemické VUT v Brně a ke komerčním účelům může být použita pouze se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkanem FCH VUT.

.....
podpis studentky

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu doc. Ing. Pavlu Divišovi Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, a panu Ing. Jakubovi Křikalovi za trpělivost, veškerou pomoc, odborné vedení a konzultace, které mi v průběhu psaní mé bakalářské práce poskytli a v neposlední řadě Martinu Soškovi z Vinařství Soška s.r.o. za poskytnuté vzorky pro mou práci.

OBSAH

1 ÚVOD 6
2 TEORETICKÁ ČÁST 7
2.1 Technologie výroby vína 7
2.1.1 Sklizeň a zpracování hroznů 7
2.1.2 Lisování 8
2.1.3 Úprava moštu 9
2.1.4 Alkoholové kvašení 10
2.1.5 Filtrace 12
2.1.6 Školení a zrání vína 12
2.1.7 Lahvování 13
2.2 Klasifikace vín 13
2.2.1 Moštové odrůdy 14
2.3 Chemické složení vína 14
2.3.1 Alkoholy 15
2.3.2 Sacharidy 15
2.3.3 Dusíkaté sloučeniny 16
2.3.4 Organické kyseliny 16
2.3.5 Fenolické látky 16
2.3.6 Minerální látky 17
2.4 Metody prvkové analýzy 19
2.4.1 Metoda ICP–OES 20
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST 22
3.1 Laboratorní vybavení 22
3.1.1 Chemikálie 22
3.1.2 Pomůcky a přístroje 22
3.2 Charakteristika materiálu 22
3.3 Příprava mineralizátů z bobulí 22
3.4 Příprava roztoků vína pro prvkovou analýzu 23
3.4.1 Příprava standardních roztoků 23
3.5 Prvková analýza a vyhodnocení dat 24
4 VÝSLEDKY A DISKUZE 26
4.1 Prvková analýza bobulí 26
4.2 Stanovení obsahu makroprvků 27
4.2.1 Analýza moštu 27
4.2.2 Analýza vzorků vína v průběhu zrání 29
4.3 Stanovení obsahu mikroprvků 30
4.3.1 Analýza moštu 30
4.3.2 Analýza vzorků vína v průběhu zrání 31
5 ZÁVĚR 33
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 34
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 37

1 ÚVOD

Víno je jedním z nejstarších alkoholických nápojů, vyvíjelo se po celá tisíciletí a doposud se stále vyvíjí a hraje významnou společenskou úlohu. Víno bylo vždy považováno za božský nápoj a již egyptští faraonové ho uctívali pro jeho opojnost. Avšak nepoužívalo se jen k běžné konzumaci, ale i k rituálním a oslavným účelům.

Vinnou révou a nápojem samotným, který z ní získáváme, byli po staletí inspirování mnozí malíři, básnící, sochaři a architekti. Symboly vinné révy byly použity jako dekorace na portálech středověkých stavení [18].

Dnes se vinná réva *(Vitis vinifera)* pěstuje po celém světě. Liší se však odrůdou, místem pěstování a obsahem látek. Zaznamenaných odrůd je zhruba 5 000, každá z nich má svůj osobitý charakter, který se může lišit velikostí bobule, tvarem, tvrdostí slupky, nadále velkou roli hraje odlišnost senzorických vlastností, jako je chuť, barva a vůně. Všechny tyto faktory poté dělají to, čím výsledné víno je [18].

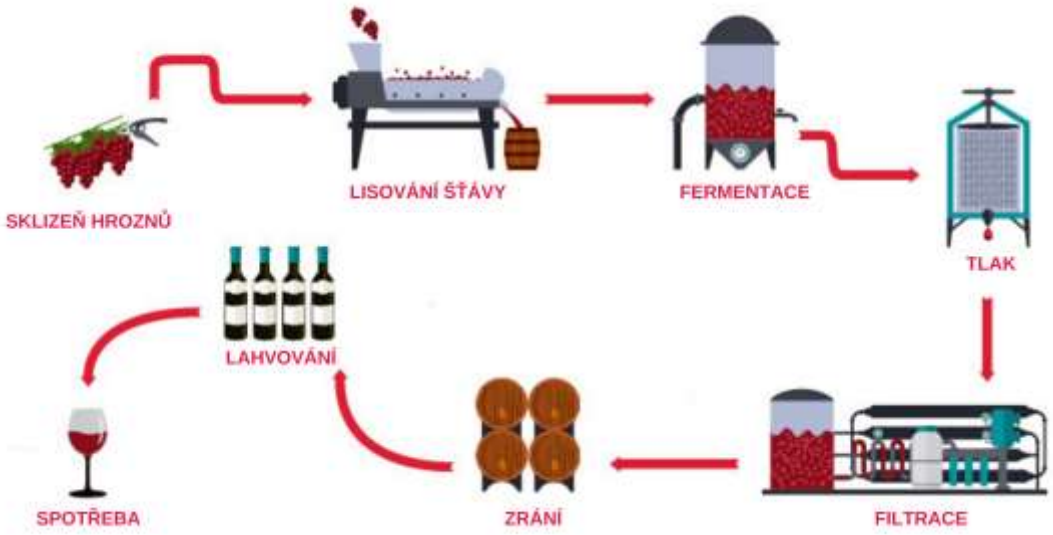
V České republice se vinná réva pěstuje především v oblasti jižní Moravy, Mělníka a Polabí. Pěstováním vinné révy se zabývají jak velká vinařství, tak střední až menší. Však nejdůležitější roli hrají malovinaři, jelikož nejčastěji se věnují několika arům vinohradu a víno vyrábí s láskou a pro své vlastní potěšení. Mnozí z nich se však vinařství a vinohradnictví začnou věnovat na profesionální úrovni, ale ta krása malovinařství je tam zachována [4].

Víno má rozmanité chemické složení, kromě ethanolu obsahuje také důležité množství kyselin, sacharidů, minerálních látek, vitamínů a enzymů, které hrají v lidském těle specifickou roli z potravinářského a fyziologického hlediska. Většina látek pochází přímo z hroznů, další část se tvoří během alkoholového kvašení a poslední během zrání vína [7].

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Technologie výroby vína

Víno, jako alkoholický nápoj, které zaujme svým vzhledem, barvou, vůní a chutí, má také nepopiratelnou psychologickou a výživnou hodnotu. Jedním z kvalitativních ukazatelů, pro které je víno oceňováno, je přirozenost a autentičnost. Tyto atributy jsou chráněny zákonem, který specifikuje podmínky, které musí víno splňovat, pokud jde o původ, jeho chemické složení a použité postupy ošetření [7].



Obr. 1 *Technologie výroby bílého vína*

Výroba červeného vína probíhá dosti obdobně jako výroba vína bílého, ale je pár kroků, ve kterých se technologie liší. Jeden z faktorů, který hraje významnou roli, je fenolická zralost hroznů, jelikož barvu červených vín tvoří antokyaniny a chuť vzniká na základě obsahu taninů. Kvalitu výsledného červeného vína ovlivňuji všechny fenolické látky. Dalším důležitým krokem je macerace rmutu neboli macerací na slupkách či nakvášení. Macerace se liší extrakcí taninů ze slupek a ze semen. Taniny ze slupek se alkoholem extrahují mnohem snadněji než ze semen, protože semeno má na povrchu silnou vrstvu kutikuly. Macerace probíhá ve třech stadiích: předfermentační macerace (alkohol se ještě netvoří a délka procesu trvá několik hodin až několik dnů), alkoholové kvašení (zvyšuje se obsah alkoholu a současně probíhá extrakce taninů ze slupek a poté ze semen), pofermentační macerace (nastává, když obsah alkoholu je 10–16 % obj. a délka procesu obvykle trvá 8 dnů až měsíc). Nadále se pokračuje ve školení a zrání vína jako u vín bílých. Lahvování je poslední krok k následující spotřebě červeného vína [4].

2.1.1 Sklizeň a zpracování hroznů

Bílé hrozny jsou citlivé na oxidaci, sběr proto musí probíhat v takových podmínkách, aby sklizené hrozny byly zdravé. Při sklízení je nutné předejít výskytu listů, řapíků, zeminy a různých úlomků ve sklizené vinné révě, protože sklizené hrozny musí zůstat co nejméně poznamenané, aby se omezila oxidace moštu a macerace třapiny. Metody sklizně závisí

na zralosti a na zdravotním stavu hroznů. Sklizeň hroznů může být ruční nebo mechanická (Obr.2) jedním nebo několika průchody na vinici [1].

Obr. 2 *Kombajn určený na mechanickou sklizeň [8]*

Mezi sklizní hroznů a začátkem alkoholového kvašení proběhnou v průměru dva dny. Způsob, jakým budou hrozny zpracovány, ovlivňuje kvalitu výsledného vína z 80 %. Poměrně za krátkou dobu se musí sklizené hrozny vylisovat a vyčiřit mošt. Také je nutné omezit rozpouštění sloučenin, které mohou způsobit hořkost, bylinné pachy, jelikož jsou spojené s pevnou části hroznu [1], [2].

Odstopkování a drcení

Následující úkony by měly být provedeny co nejdříve po sběrů plodů vinné révy, jelikož je nutné brzy oddělit bobule od třapin. I když třapiny usnadňují odtok moštu při lisování, tak zelené stopky kvůli obsahu chlorofylu a třísloviny dodávají vzniklému moštu nepříjemné trávovité chuťové tóny [2], [6].

Drcení hroznů je proces, při kterém se naruší plod mezi drtícími válci, aby šťáva mohla lépe odtékat. Jestliže provedeme odstopkování dříve než drcení, snižujeme vzniklý podíl kalů. Při drcení může dojít k nežádoucímu poškození peciček, které je ovlivněno malou vzdáleností mezi válci. Používají se mlýnky s rohovanými válečky s nastavitelnou roztečí, které se točí v opačném směru, vtahují hrozny a rozmačkávají bobule [1], [2].

Síření

Čím dříve je síření provedeno, tím bude zabráněno hnědnutí rmutu a bude ochráněn před vlivy vzduchu a podpoří se vývoj buketu a čistých tónů. Přídavek SO_2 utlumuje oxidační enzymy, divoké kvasinky, bakterie a zabraňuje vyvázání vzdušného dusíku. Síření provádíme pomocí prášku pyrosulfitu draselného ($K_2S_2O_5$), avšak lze použít i tekutý oxid siřitý, který se přidává do moštu [2].

2.1.2 Lisování

Hlavní důvod lisování je, že mošt může pomalu odtékat ze rmutu. Lisování nízkým tlakem ovlivňuje vzniklý mošt, který obsahuje nízký podíl kalů a třísloviny. Scezený mošt odtéká volně z lisu (Obr.3) a je tak první frakcí, kterou získáme. Poslední frakcí se rozumí dolisek

a vzniká užitím vyššího tlaku. Naruší se slupka bobulí a pecičky, což může ovlivnit obsah třís lovin, minerálních látek a barviv v moštu [3].

Obr. 3 *Vinařské lisy [14]*

2.1.3 Úprava moštu

Budoucí kvalitu a charakter vína ovlivňuje správná úprava moštu, provádí se pro zaručení hladkého průběhu kvašení. Období mezi sklizní a kvašením je velice krátké, proto je nutné uskutečnit následující postupy. Provzdušňování pro správnou činnost kvasinek, síření nebo odkalování jsou procesy, které se do úpravy moštu zahrnují [2].

Provzdušnění a síření

Zdravý mošt se neprovzdušňuje. Provzdušnění slouží k povzbuzení množení kvasinek a poté k samotnému kvašení. Má také vliv na tvorbu octových kvasinek, které způsobují riziko vad vína. U značně nahnilých hroznů se provzdušnění doporučuje, jelikož je nutné snížit obsah třís lovin [2].

Rmut by měl být již sířen. Obsah volného SO_2 v moštu by se měl pohybovat v rozmezí 20–25 $mg \cdot l^{-1}$. Zabraňuje tím nežádoucímu mikrobiologickému a oxidativnímu vývoji. Potřebu dalšího síření ovlivňuje zacházení s moštem, také teplota při sklizni a stav sklízených hroznů [2].

Odkalení

Odkalení je nezbytný proces při úpravě moštu. Má velký vliv na získání čistého vína bez postranních tónů v chuti a vůni. Během získávání moštu vznikne značné množství kalů. Makromolekuly v koloidním roztoku hlavně pektinové sloučeniny mají vliv na zakalení moštu. Pokud hrozny jsou napadeny plísní *Botrytis cinerea* na bobulích a sklizeny, tak přítomnost pektinových látek způsobuje zakalení moštu, protože se chovají jako ochranné koloidy a proto proces odkalení. Sedimentace kalů je ovlivněná zdravotním stavem hroznů,

jejich zralostí, odrůdou a technologií zpracování, což je jeden z klíčových faktorů při odkalování [1], [2], [10].

Zvyšování cukernatosti

Cukernatost je velmi důležitým parametrem pro kvalifikaci vín. Ve vinném sklepě se určuje pomocí moštoměru ve vylisovaném moštu. Cukernatost se měří v °NM, což znamená ve stupních normalizovaného moštoměru, který udává obsah cukru v 1 kg na 100 l moštu. Hodnota také udává potencionální obsah alkoholu ve víně [4].

Odkyselování

Odkyselení se provádí pro zvýšení obsahu cukru, ale ovlivňuje i kvalitu vína. Kyseliny v moštu s obsahem vyšším než 12 $g \cdot l^{-1}$ by měly být sníženy. K odkyselování se používá uhličitan vápenatý a zbytkový vápník ve víně ovlivňuje chuť vína [2].

2.1.4 Alkoholové kvašení

Nejdůležitější biochemický proces, při kterém vzniká alkohol (ethanol a oxid uhličitý) za principu přeměny cukru se nazývá alkoholové kvašení a podílí se na tvorbě vína dle rovnice (1). Na alkoholovém kvašení se podílí velké množství mikroorganismů, kvasinek. Ve vinařství se používají téměř výhradně kvasinky rodu *Saccharomyces* [4].

Glukóza a fruktóza je obsažena v moštu z hroznů vinné révy a vinné kvasinky je velice příznivě zpracovávají. Vinné kvasinky velice dobře rozpoznají tyto dva cukry, a proto je glukóza během kvašení využívána dříve než fruktóza, protože *Saccharomyces cerevisiae* (vinné kvasinky) jsou považované za glukofilní. Právě fruktóza představuje zbytkový cukr ve víně, jelikož není spotřebována kvasinkami při kvašení. Zbytkový cukr ovlivňuje chuť výsledného vína, a právě podle jeho obsahu dělíme vína na suchá, polosuchá, polosladká a sladká [4].

Oxid uhličitý, který vzniká při kvašení, je ve víně snadno rozpustný. Jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu a vůně. Ve víně vzniká ze sacharidů působením kvasinek alkoholového kvašení a jeho množství je ovlivňováno zralostí hroznů při sklizni a druhem kvasinek [2], [10].

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 \qquad (1)$$

Kvašením vzniká ethanol, oxid uhličitý, velký počet primárních a sekundárních produktů. Mezi primární vedlejší produkty se řadí glycerol, kyselina mléčná, kyselina octová, kyselina jablečná a kyselina jantarová. Sekundární vedlejší produkty kvašeni jsou vyšší alkoholy, estery, aldehydy, ketony, aromatické látky, aceton a diacetyl. Diacetyl vzniká příčinou máselného kvašení vína a je tvořen jako mezi produkt metabolismus při redukční dekarboxylaci kyseliny pyrouhličité na 2,3–butandiol během malolaktického kvašení. Při vyšší koncentraci negativně ovlivňuje senzorický profil vína, ale jeho optimální koncentrace (1–4 $mg \cdot l^{-1}$) představuje příjemnou máselnou chuť [4], [12].

Kvasinky

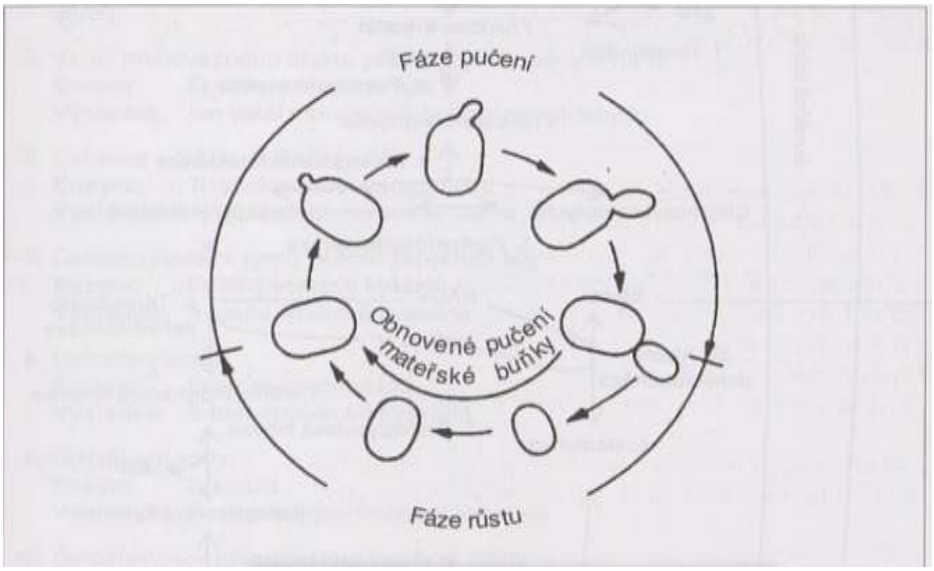
Výskyt a rozmnožování kvasinek je ovlivněn vhodnými podmínkami. Již při sběru se kvasinky objevují na bobulích vinné révy v místech, kde se nachází trhlinky ve slupce

a vytéká šťáva. Avšak více se vyskytují v místech, kde stopka přiléhá k bobuli. Spontánní kvašení při tomhle množství kvasinek za normálních podmínek bude probíhat [4].

Mikroflóra na vinné révě se liší díky odlišnosti odrůdy, klimatickým podmínkám, hnojivu a ošetření na vinici. Kvašení moštu by mělo probíhat maximálně při teplotě do 20 °C, jestli jsou teploty vyšší, mohou z vína při bouřlivém kvašení unikat požadované aromatické látky. Řízeným kvašením předcházíme ztrátě aromatických a buketních látek [4], [5].

Množení kvasinek

Kvasinky se při přípravě vína množí pučením (Obr.4). Proces lze opakovat až 35x, ale na povrchu se tvoří charakteristická jizva, na níž se snižuje intenzita látkové výměny. Jizvy nadále ovlivňují kvasný výkon kvasinek [2].



Obr. 4 *Životní cyklus buněk Saccharomyces cerevisiae [2]*

Druhy kvasinek

První skupina se označuje jako velmi dobře kvasící kvasinky, jelikož vytvářejí velké množství alkoholu a další široké spektrum senzoricky atraktivních. Ve vinařské terminologii jsou nazývány jako ušlechtilé vinné kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* [2].

Dalším druhem jsou slabě kvasící kvasinky, které se přirozeně vyskytují již na bobulích a poté přestupují do moštu. Označují se jako divoké kvasinky a jsou ze začátku zastoupeny v mnohem větším množství než *Saccharomyces cerevisiae* a zahajují kvašení. Mezi zástupce patří kvasinky druhy *Candida, Kloeckera,* druhy *Metschnikowia*. Snášenlivost alkoholu je u těchto typů kvasinek velice nízká od 3–4 % obj., proto kvašení přebírají druhy *Saccharomyces cerevisiae* [2].

Třetím druhem jsou křísotvorné kvasinky, které se množí na hladině vína s nízkým obsahem alkoholu (11 % obj.), jelikož požadují přístup kyslíku, ale vínu jako takovému škodí. Poslední druh jsou sporadicky se vyskytující kvasinky, které nemají žádný praktický význam [2].

Způsoby kvašení

Při spontánním kvašení vznikají určitá rizika, jelikož je ovlivňován celý proces přirozenou mikroflórou. Odrůdový charakter vína by měly nejlépe zajistit kvasinky z bobulí, ale naprostá většina přirozených kmenů jsou právě kvasinky divoké. Může se ale prosadit i jiný druh kvasinek díky změně teploty, množství SO_2, počtu výchozích zárodků a tím je celý proces kvašení ponechán náhodě. I když při spontánním kvašení vznikají požadované aromatické látky, i přesto se vinaři přiklání k řízenému alkoholovému kvašení [2], [4].

Řízené kvašení je odlišné v tom, že se aplikují aktivní suché vinné kvasinky. Důležitým faktorem je teplota. Po celu dobu kvašení je hlídána, aby nedocházelo k přehřívání. Dále se sleduje obsah alkoholu a zbytkového cukru, aby hodnoty dosáhly požadavků vinaře [4].

2.1.5 Filtrace

Filtrace je separační technika, která odstraňuje všechny pevné částice z roztoku pomocí filtru. Účinnost filtrace závisí na druhu filtračního materiálu a na velikosti pórů. Ve vinařství se používá filtrace s použitím křemeliny, filtrace s použitím deskových filtrů, filtračních desek a membránová filtrace [2], [4].

U deskové filtrace (Obr. 5) se požívají filtrační desky pro hlubokou filtraci, což lze vysvětlit jako labyrintové, hustě propletené prostorové síto s úzkými, četně větvenými kanálky. Víno protéká těmito kanálky velice pomalu. Kalové částice a mikroorganismy se během filtrace zachycují na vláknech jak mechanicky, tak elektrostatickým účinkem. Filtrační desky jsou vyráběné z čisté buničiny, křemeliny a perlitu [2].

Obr. 5 *Deskový filtr [27]*

2.1.6 Školení a zrání vína

Bílá vína jsou vyráběna reduktivním způsobem, proto by měla výroba probíhat v nerezových nebo ve skleněných nádobách až do doby ukončení alkoholového kvašení, tak se totiž zabrání oxidaci. Po skončení kvašení následuje stáčení mladého vína. Je třeba dbát na minimální kontakt vína se vzduchem, jelikož může narušit aromatický charakter

výsledného vína. Pro zrání bílých vín by měla být teplota ve sklepě 9–12 °C a vzdušná vlhkost 70–80 % [4].

Nadále probíhá odkyselení, které se provádí po prvním stačení vína a zajišťuje konečnou úpravu kyselin. K přirozenému snížení obsahu kyselin, dochází hlavně u bílých vín, kvůli tvorbě vinného kamene se snižuje obsah kyseliny vinné. Na chemické odkyselení se používá uhličitan vápenatý, ale víno však může být odkyseleno jen o 1 $g \cdot l^{-1}$ [4].

Síření

Při tomto procesu se víno chrání před znehodnocením mikroorganismy a případnou oxidací. Zasířením se zvyšuje stabilita výsledného vína před lahvováním. Vyšší míra použití SO_2 bude potřebná pro méně kvalitní hrozny zpracované v nečistém prostředí. Oxid siřičitý ve větším množství má špatné účinky na lidský organismus. Nejčastěji se vyšší míra zasíření projevuje bolestí hlavy [6].

Čiření

Čiření je proces, při kterém se do vína přidává absorpční materiál, a tak odstraní nežádoucí látky. Díky čiřidlům získáme čistotu vína, aromatický a chuťový projev, barvu a zajistíme stabilitu vína. Bílá vína se nejčastěji čiří kaseinem, mlékem, nebo bentonitem. Čiření využíváme pro urychlení sedimentace pevných částic rozptýlených ve víně. Celkem velké množství menších kalových částic se nachází v mladých vínech. Při stáčení se zbavujeme hrubých částic. Poté je na řadě filtrace, která z vína odstraňuje i nejmenší částice a mikroorganismy [4].

V suchých a teplých ročnících se vytváří vyšší množství bílkovin, tehdy je vhodné použít ošetření bentonitem. Včasné ošetření ovlivňuje výsledný produkt. Víno je zbaveno nečistých příchutí, snižuje se náchylnost k hnědnutí a ovlivňuje kvašení, nevzniká pěna [4].

2.1.7 Lahvování

O termínu lahvování rozhoduje senzorická kvalita vína. Víno, které zraje v dřevěných sudech, je připraveno na lahvování dříve. V plastových a nerezových nádobách volíme pozdější termín lahvování [2].

Víno je nejčastěji plněno do skleněných lahví, jelikož jsou vhodné pro nejjakostnější víno. Skleněná láhev má nejvhodnější předpoklady pro skladování vína bez přístupu vzduchu i po delší dobu. Máme více způsobů plnění, jeden z nich je ruční plnění, také se používá poloautomatické a plně automatické plnění [2].

Láhve uzavíráme pomocí přírodního korku, lisovaného korku, plastové zátky, korunkového uzávěru nebo šroubovacího uzávěru [2].

Skladování lahví s vínem velice ovlivňuje teplota. Pro bílá vína je to teplota 10–12 °C, vlhkost vzduchu 70–80 % a manipulace s láhvemi by měla být minimalizována [2].

2.2 Klasifikace vín

Český klasifikační systém (Tab 2.1), který je zakotvený v Zákoně o vinařství a vinohradnictví z roku 2004, rozděluje vína podle cukernatosti. Cukernatost se měří v °NM, což znamená ve stupních normalizovaného moštoměru, který udává obsah cukru v 1 kg na 100 l moštu [4], [18].

Zákon č. 321/2004 Sb.
Zákon o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství) [19]

Tabulka 2.1 *Rozdělení vín podle cukernatosti [18]*

Kategorie vín	Minimální cukernatost hroznů	Přirozený obsah alkoholu
Víno	11 °NM	6,5 % obj.
Zemské víno	14 °NM	8,3 % obj.
Jakostní víno odrůdové	15 °NM	8,9 % obj.
Jakostní víno známkové	15 °NM	8,9 % obj.
Jakostní víno s přívlastkem[1)]	-	-
Kabinetní víno	19 °NM	11,3 % obj.
Pozdní sběr	21 °NM	12,5 % obj.
Výběr z hroznů	24 °NM	14,3 % obj.
Výběr z bobulí	27 °NM	16,1 % obj.
Výběr z cibéb	32 °NM	19,0 % obj.
Ledové víno	27 °NM	16,1 % obj.

[1)] u vín s přívlastkem se nesmí zvyšovat cukernatost moštu sacharózou

2.2.1 Moštové odrůdy

Odrůda (Tab. 2.2) a její charakter jsou velmi důležitými faktory při výběru vína. Avšak nadále je víno ovlivňováno množstvím slunečního záření, množstvím srážek, polohou vinice, obsahem minerálních látek v půdě a tudíž se dá říct, že víno ze stejné odrůdy, neznamená stejný výsledný produkt [18].

Tabulka 2.2 *Přehled vybraných odrůd bílých, červených a růžových vín*

Moštové odrůdy	
Bílé vína	**Červená a růžová vína**
Aurelius	André
Rulandské šedé	Cabernet Sauvignon
Ryzlink rýnský	Frankovka
Sauvignon	Marlot
Sylvánské zelené	Modrý Portugal
Tramín červený	Rulandské modré
Muškát moravský	Svatovavřinecké
Veltlínské zelené	Zweigeltrebe

2.3Chemické složení vína

Víno má mnohem složitější chemické složení než jiné alkoholické nápoje, což určuje, že má také nepopiratelnou nutriční a fyziologickou hodnotu. Většina látek pochází přímo z hroznů, další část se tvoří během alkoholového kvašení a poslední během zrání vína. Některé z těchto látek jsou běžnými složkami vína, jiné se vyskytují náhodně kvůli případným

chybám při výrobě vína nebo nesprávným uchováváním. Víno kromě ethanolu obsahuje také důležité množství kyselin, sacharidů, minerálních látek, vitamínů a enzymů, které hrají v lidském těle specifickou roli z potravinářského a fyziologického hlediska. [7]

2.3.1 Alkoholy

Alkoholy se řadí mezi nejdůležitější složku vína hned po vodě. Je identifikováno více než třicet alkoholů ve víně, ale větší část se vyskytuje pouze ve stopovém množství [10].

Ethanol je hlavním produktem alkoholového kvašení spolu s oxidem uhličitým. Vzniká ze sacharidů působením kvasinek alkoholového kvašení. Jeho koncentrace je ovlivňována zralostí hroznů při sběru.

Methanol vzniká hydrolýzou pektinů, kterou zařizují enzymy hroznů během fermentace. Alkoholové kvašení však methanol neprodukuje. Jeho obsah ve víně závisí na délce macerace slupek hroznů, tedy pevných částí sklizených hroznů [10].

Vyšší alkoholy ovlivňují senzorické vlastnosti vína. Z vícesytných alkoholů je nejvíce zastoupený glycerol, který utváří tělo a plnost vzniklého vína. Jeho vznik je přisuzován divokým kvasinkám hned na počátku kvašení. Po vodě a ethanolu je glycerol třetí nejzastoupenější látka vína [2].

2.3.2 Sacharidy

Sacharidy patří mezi polyhydroxyderiváty karbonylových sloučenin. Rozlišují se funkční skupinou, kterou obsahují a dělíme je na polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony [10].

Monosacharidy jsou stavebními jednotkami pro složitější sacharidy. Jsou dobře rozpustné ve vodě a nesou sladkou chuť. Tyto sacharidy se vyskytují jak v moštu, tak v konečném víně. Jejich funkční skupiny jsou aldehydická nebo ketonická a podle počtu uhlíků ve struktuře je můžeme rozdělit na triózy, tetrózy, pentózy a hexózy. Triózy ($C_3H_6O_3$) se ve výsledném víně prakticky nevyskytují. Řadíme zde například dihydroxyaceton, který se však ve zdravých hroznech nevyskytuje. Při oxidaci glycerolu bakteriemi octového kvašení za přítomnosti vzduchu se může ve víně vyskytnout malé množství. Tetrózy ($C_4H_8O_4$) se ve víně nevyskytují ve víně. Pentózy ($C_5H_{10}O_5$) jsou obsaženy ve víně v koncentracích 0,5–1 $g \cdot l^{-1}$, jelikož nepodléhají kvašení. Velice ovlivňuji chuť vzniklého vína. Mezi pentózy řadíme arabinózu, xylózu a ribózu. Hexózy ($C_6H_{12}O_6$) jsou pro víno velice důležité sacharidy [10].

Disacharidy a oligosacharidy se ve víně vyskytují pouze ve stopovém množství. Významnější jsou však disacharidy, mají převážně nasládlou chuť a jsou dobře rozpustné ve vodě. Prvním zástupcem je laktóza, která se však ve vínech běžně nevykytuje, protože kvasinky laktózu nezkvašují, pakliže je, ale její obsah zaznamenán, nejpravděpodobněji byly použity produkty na bázi kaseinu při čiření vína. Maltóza jako další disacharid je ve víně obsažena ve stopovém množství. Někdy je zjištěno vyšší množství, což znamená, že do vína bylo přidáno sladidlo za účelem senzorického hodnocení. Obsah sacharózy ve víně značí, že byla přidávána jako způsob falšování, jelikož by se ve víně vyskytovat neměla [10].

Polysacharidy tvoří koloidní sloučeniny, které jsou ve víně nežádoucí. Zhoršují vlastnosti vína a způsobují potíže při filtraci [2].

2.3.3 Dusíkaté sloučeniny

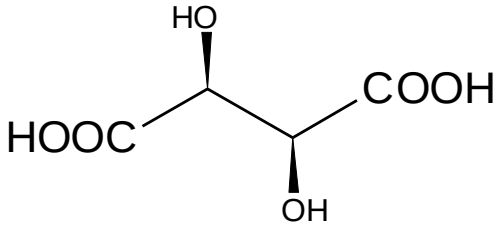
Dusík je prvek řadící se ke hlavním složkám atmosféry. V zemědělství se dusíkaté látky používají především ke hnojení rostlin, což je jejich hlavní využití. Je obsažen v rostlinách ve formě bílkovin, volných aminokyselin a alkaloidů [10].

Dusíkaté látky bývají součástí moštu a jsou spotřebovávány kvasinkami, jelikož jsou důležité pro jejich výživu [2].

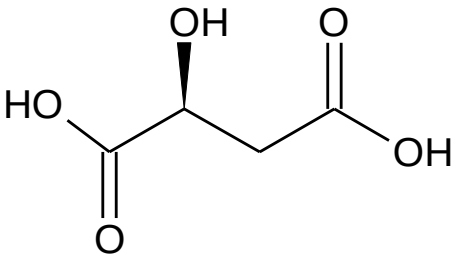
2.3.4 Organické kyseliny

Kyselina vinná (Obr.6) a jablečná (Obr.7) jsou kyseliny, které představují 70–90 % ze všech organických kyselin nacházejících se v bobulích vinné révy. Velice záleží na odrůdě a klimatických podmínkách pěstování vinné révy, jelikož tyto faktory ovlivňují složení a koncentraci kyselin v bobulích. Jeden z důležitých faktorů je sluneční záření, které snižuje obsah kyseliny jablečné v bobulích. V bobulích se také vyskytuje kyselina citrónová, ale ve velmi malém množství. Střed dužiny obsahuje kyselinu jablečnou a její koncentrace klesá směrem ke slupce. Ve vnější části dužiny a slupce se nachází především kyselina vinná [4].

Aromatický charakter a svěžest vína je ovlivňován vyšším obsahem kyselin (5–9 $g \cdot l^{-1}$), což je u bílých vín pozitivní. Kyseliny se také využívají jako konzervační činidlo [4].



Obr. 6 *Strukturní vzorec kyseliny vinné*



Obr. 7 *Strukturní vzorec kyseliny jablečné*

2.3.5 Fenolické látky

Právě fenolové sloučeniny ovlivňují barvu vína a podílejí se na jevech uchování a ležení vín. Nadále hrají důležitou roli při senzorickém projevu a průběhu stárnutí moštu a vína. Obsah fenolových sloučenin v bílých vínech se pohybuje v množství do 0,25 $g \cdot l^{-1}$, naopak u červených vín je jejich koncentrace mnohem vyšší až do 4,5 $g \cdot l^{-1}$. Množství fenolických látek závisí na druhu odrůdy, zdravotním stavu sklizených hroznů a klimatologií ročníku vinifikace. Tyto látky se rozdělují do čtyř skupin: fenolové kyseliny, třísloviny (taniny), antokyany, flavony a flavonoly (Tab 2.3) [10].

Tabulka 2.3 *Hodnoty fenolových látek ve víně v mg·l^{-1} [10]*

Sloučenina	Bílá vína	Červená vína
Fenolové kyseliny	1–10	100–200
Flavonoidy	stopové množství	do 15
Antokyany	stopové množství	200–500
Třísloviny	1–100	1000–5000

2.3.6 Minerální látky

Minerální látky se do rostliny dostávají s vodou pomocí kořenů vinné révy. Množství minerálních látek (Tab. 2.4) ovlivňují jak klimatické podmínky, tak odrůda, vyzrálost hroznů a hnojení. V moštu se u všech odrůd pohybuje průměrný obsah minerálních látek mezi 3 až 5 g·l^{-1}, ve víně je však obsah o něco málo nižší 1,5 až 4 g·l^{-1} a největší podíl má draslík [10].

Vápník

Vápník je kov alkalických zemin, který se vyskytuje ve velkém množství volně v přírodě a to v podobě sloučenin jako jsou síran vápenatý a vápenec. Jeho hlavní funkce je stavební, jelikož z 99 % se vykytuje pouze v kostech [20], [21].

Vápník se dostává do moštu a poté vína převážně z dužiny hroznů. Množství vápníku je ovlivňováno obsahem ethanolu a pH. Během technologie výroby vína obsah vápníku značně kolísá, jelikož vysrážení vápenatých solí není závislé na teplotě a nedá se regulovat. Velkou aciditu mají bílá suchá vína a mohou obsahovat 80–200 mg·l^{-1} [10].

Draslík

Draslík se sodíkem mají v lidském těle velice podobnou funkci. Společně mají za úkol regulovat rovnováhu tekutin a membránový potenciál. Pro tento prvek neexistuje maximální denní dávka a tělo se často potýká s nadbytkem tohoto minerálu i přesto, že pomocí moče a potu se z těla dostává ve vysokých koncentracích [20],[21].

Draslík je považován za hlavní kationt rostlin. V závislosti na charakteru a hnojení, odrůdě vinné révy a vyzrálosti hroznů se mění jeho množství. Čím více jsou hrozny vyzrálé, tím vyšší podíl draslíku se ve víně nachází. V moštech je koncentrace vyšší (0,8–2 g·l^{-1}) než ve vínech (0,1–1,8 g·l$^{-1)}$ a jelikož se koncentrace liší, musíme si dávat pozor na sedimentaci draselných solí (vínan draselný, tj. vinný kámen) [10].

Hořčík

Hořčík je jeden z nejrozšířenějších minerálů v lidském těle, je obsažen především v kostech a ve svalech. Největší zdroj Mg jsou zelené rostliny, protože je obsažen v molekule chlorofylu. Dalšími zdroji jsou luštěniny, oříšky a mléko. Především dospělí jednici trpí jeho nedostatkem, což pak nese následky, jako jsou křeče a zápaly šlach [10], [20], [21].

Obsah hořčíku ve víně se během fermentace a ležení skoro vůbec nesnižuje, jelikož minerální nebo organické soli hořčíku jsou ve víně rozpustné. Malé množství spotřebují kvasinky [10].

Fosfor

Fosfor je nekov, který se ve volné přírodě kvůli své nestálosti vyskytuje ve sloučeninách. V lidském těle ho lze najít v kostech, zubech a také v membránových buňkách. Je součástí nukleových kyselin a díky svým vazbám slouží jako přenašeč energie ATP. V krvi jeho ionty mají důležitou funkci, udržují stabilní hodnotu pH [20], [21].

Pro vinnou révu má fosfor velice příznivý význam, co se týče vývoje květu, semen i plodů, podpory růstu kořenů a odolnosti vůči nemocím. Nedostatek fosforu ovlivňuje jak výslednou kvalitu vína, tak zdraví rostliny. Ve víně určuje typický odrůdový charakter a plnost buketu [13].

Sodík

V lidském těle sodíkový gradient na membránách buněk zajišťuje pohyb aminokyselin a cukrů do buňky a navíc stimuluje nervové impulsy aktivující svalové stahy. Pro tento prvek stejně jako pro draslík neexistuje předepsaná maximální denní dávka, tudíž doporučená denní dávka pro sodík má široké rozmezí 550–2400 mg [20], [21].

Ve víně je koncentrace sodíku velmi nízká. Tento prvek však vínu nějak neškodí, ale pokud je obsah vyšší než 60 $mg \cdot l^{-1}$, jedná se o sodík, který byl přidán vnější cestou. Například přidáním uhličitanu sodného ($NaCO_3$), který má vznikající víno částečně odkyselit [10].

Železo

V lidském těle se železo vyskytuje v krevních buňkách a až 80 % denního přijmu je využito k syntéze hemoglobinu. Pravidelný příjem železa ve stravě je zajištěn konzumací červeného masa, vaječného žloutku a různých druhů semen a ořechu [20], [21].

Železité soli jsou velmi málo rozpustné a vyskytují se ve vínech, které obsahují rozpuštěný kyslík. Naopak železnaté soli jsou dobře rozpustné, ale vína musí být udržována v redukčním prostředí bez přístupu vzduchu. Vyšší koncentrace železa ve víně způsobuje tvorbu zákalů (vysrážení barviva tj. modrý zákal). Jeho obsah ve víně je však poměrně nízký, jelikož způsoby vinifikace a udržování technického zázemí ve vinařstvích jsou v dnešní době velmi kvalitní. Víno s vysokým podílem železa způsobuje nejen zákaly, ale i komplikuje cirhózu jater svým ukládáním sloučenin v játrech [10].

Mangan

Mangan v lidském těle je především potřebný pro kosti a tkáně, ale taky jako katalyzátor při metabolismu uhlovodíků, aminokyselin a tuků. V potravě ho lze najít v zelených listech zeleniny a oříšcích. Nedostatek Mn v lidském těle způsobuje defekt [20], [21].

Půda, která je bohatá na mangan, zcela ovlivňuje jeho koncentraci ve víně. Dalšími faktory jsou fytosanitární přípravky na ochranu révy vinné, které obsahují manganaté soli [10].

Zinek

V lidském těle se zinek nachází v kostech, kosterních svalech, kůži, srdci, ledvinách, mozku a játrech. Nedostatek Zn způsobuje spoustu imunitních onemocnění, vývojové vady a také

řídnutí vlasů. Tento mikroprvek se nejčastěji do těla dostává konzumací mořských plodů [20], [21].

Podíl zinku ve vínech má široké rozmezí od 0,2 do 5 $mg \cdot l^{-1}$.Vyšší koncentrace zinku jsou zřejmě způsobeny vnějším působením. Fungicidy, které jsou používány na ošetření proti chorobám vinné révy, obsahují zinkové soli [10].

Měď

Měď se v lidském těle vyskytuje především v játrech, srdečních svalech a ledvinách. V potravě se však nejčastěji nachází v mořských plodech, obilovinách a oříšcích. Jedna z nemocí, na kterou má vliv vysoký obsah mědi v těle, se nazývá Wilsonova nemoc. Měď se ve velké míře nashromáždí v játrech a mozku a důsledek je poškození nervového systému a jater [10], [21].

Měď se ve vínech vyskytuje ve dvou formách Cu^{+} a Cu^{2+}. Největší podíl mědi pochází z postřiků měďnatých přípravků. Během alkoholového kvašení skoro všechna měď zmizí redukcí se sírou [10].

Tabulka 2.4 *Hodnoty minerálních látek DDD a obsahu ve víně [10], [20]*

		Doporučená denní dávka [mg]	Obsah minerálních látek ve víně [$mg \cdot l^{-1}$]
Makroprvky	Vápník	1000	80,0–200,0
	Draslík	2000	1 000,0–1 800,0
	Hořčík	300–350[1)]	80,0–140,0
	Sodík	550–2400	10,0–40,0
	Fosfor	700	–
Mikroprvky	Zinek	7–10	0,2–5,0
	Měď	1–2	0,5–1,0
	Železo	10–15[2)]	4,0–5,0
	Mangan	2–5	0,4–4,0

[1)] DDD pro ženy 300 mg a pro muže 350 mg

[2)] DDD železa pro ženy 15 mg a pro muže 10 mg

2.4 Metody prvkové analýzy

Pro jedno nebo více prvkovou analýzu se využívá atomová spektrometrie v oblasti UV-VIS a RTG. Tyto metody jsou rozděleny podle toho, jestli záření emitují (AES) nebo absorbují (AAS) [26].

Atomová absorbční spektrometrie (AAS) je metoda založená na principu úbytku elektromagnetického záření, které je způsobeno volnými atomy v plynném stavu. Atomizátory jsou tvořeny plamenem složeným ze směsi acetylenu se vzduchem nebo oxidem dusným. AAS je vhodná pro stopovou analýzu kovových prvků [22], [26].

U atomové emisní spektrometrie (AES) nastává excitace elektronů v atomech prvků vlivem vysoké teploty v plynném prostředí, při deexcitaci je emitováno záření o charakteristické vlnové délce pro daný prvek. Budící zdroje může být plamen složený

ze směsi acetylenu se vzduchem nebo oxidem dusným, zemní plyn a vzduch nebo vzduch a propan–butan. Další druh budícího zdroje je vysokoteplotní buzení pomocí plazmatu, který je buď indukčně vázán (ICP), nebo ve formě přímého proudu [22], [23], [26].

Zmíněné metody vyžadují, aby analyzovaný vzorek byl převeden do kapalného skupenství. Často je tedy nutné provést rozklad vzorku. Rozklad vzorku je proveden buď suchou cestou (při teplotách 450–550 °C zpopelní), nebo mokrou cestou. Suchý rozklad není vhodný pro stanovení těkavých látek, proto je více využívaný rozklad mokrou cestou. Rozklad mokrou cestou je prováděn za atmosférického tlaku v otevřených nádobách nebo v uzavřených nádobách za zvýšeného tlaku. Při těchto rozkladech se nejčastěji využívá směs kyseliny dusičné a kyseliny sírové. Pokud je prováděn rozklad mokrou cestou za zvýšeného tlaku, tak využíváme pro rozklad mikrovlnnou pec. [23], [24], [25], [26].

2.4.1 Metoda ICP–OES

Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) patří v dnešní době mezi jednu z nejpoužívanějších analytických metod v oblasti elementární analýzy. Tato metoda má spoustu kladných schopností, mezi něž se řadí přesnost, opakovatelnost a spolehlivost multielementární analýzy. ICP-OES může stanovit přes 70 prvků, avšak nelze stanovit vodík, kyslík, fluor a plyny, které jsou netečné. Tato analytická metoda není vhodná pro plyny, které jsou součástí pracovního plynu a izotopy radioaktivních prvků s krátkým poločasem rozpadu. Princip této analytické metody spočívá v převedení zkapalněného vzorku na aerosol pomocí zmlžovacího plynu (argon), který je dále veden do středu hořáku. V hořáku je pomocí vysokofrekvenčního střídavého magnetického pole udržované plazma, jehož teplota v určitých místech dosahuje od 5 000 do 10 000 K. Plazma vzniká výbojem inertního plynu (argon, nebo jeho příměs s dusíkem) za atmosférického tlaku v plazmové hlavici, která je zároveň chlazená vodou. Vlivem vysoké teploty se rozruší vazby molekul a díky velké energii se vzniklé prvky dostanou do vyšších energetických hladin (excitují). Tento stav je velmi nestabilní a skoro ihned se prvky vracejí na své původní, nižší a stálé hladiny, díky uvolněné energii však emitují světlo. Emitované světlo má specifickou vlnovou délku, která je určená vzdálenosti základní a vyšší energetické hladiny. Díky vedení světla na optický systém, který rozdělí světlo podle jednotlivých vlnových délek a následně je zachytí na detektoru, se převede na elektrický signál a může se podle intenzity signálu určit koncentraci prvku v analyzovaném roztoku [23], [25], [26].

Zavedení vzorku do plazmatu

Zavádění vzorku do plazmatu se používá právě u ICP-OES, ale i ICP-MS a jedná se o důležitý krok, který může značně ovlivnit naměřené výsledky. Pro zmlžení kapalných vzorků se používají pneumatické zmlžovače, které využívají kinetickou energii pracovního plynu, kapalina je pak vedena k ústí např. peristaltickým čerpadlem. Dalším typem zmlžovače je ultrazvukový, který tvoří aerosol pomocí akustické energie, vysokotlaká tryska využívá působení kinetické energie kapaliny, která vytéká vysokou rychlostí z kapiláry, proti jejímu povrchovému napětí. Tepelný zmlžovač (termo sprej) funguje na principu nárazového zahřátí roztoku nad bod varu v křemenné kapiláře o malých rozměrech výtokového ústí, to se zužuje a dochází tak, ke zmenšování středního průměru částic vznikajícího aerosolu. Aerosol musí mít minimální paměťový efekt, musí se tvořit nezávisle

na vlastnostech vzorku, mít dobrou účinnost transportu, identické složení aerosolu a vzorku a převládající zastoupení jemných částic. Ztrátou aerosolu jsou negativně ovlivněny výsledky. Za ztrátu aerosolu můžou hlavně gravitační ztráty, odstředivé ztráty, ztráty nárazem a další [22], [23], [24], [25], [26].

Indukčně vázané plazma

Plazma je definována jako ionizovaný, makroskopicky neutrální stav, kde volné elektrony a ionty vykazují kolektivní chování, za které se považují pohyby částic, jež závisí na lokálních podmínkách, ale také na stavu plazmatu ve vzdálenějších podmínkách. Abychom mohli plyn nazvat plazmou, musí splňovat i podmínku kvazineutrality, kterou lze vyjádřit pomocí Debeyovy délky, ta musí být menší než rozměry výboje. V Debeyově sféře musí být počet částic větší než jedna a součin oscilace plazmatu a střední doby mezi srážkami elektronů s neutrálními atomy také větší než jedna. V optické emisní spektrometrii se často používá indukčně vázané plazma (ICP), kdy plazma je udržováno elektromagnetickým zdrojem energie z vnějšího prostředí. Při ionizaci jiskrovým výbojem se vytvoří elektrony, které dosáhly dostatečné kinetické energie a vyvolávají lavinovou ionizaci pracovního plynu (Ar, He), takto dojde k vytvoření výboje, tomu je dodávána energie vířivými proudy, které jsou indukovány v povrchové vrstvě plazmatu. Plazma je většinou tvořeno z monoatomických vzácných plynů, protože vytváří jednoduchá spektra [22], [23], [24], [25], [26].

Optický systém

Při deexcitaci dochází k emisi záření, které můžeme pomocí optických systémů rozdělit podle vlnové délky a přivést na detektor. Vlnová délka stanovovaných prvků musí být v rozsahu optického systému a detektoru, bez spektrálních interferencí. Optický systém má vždy vstupní a výstupní štěrbinu, difrakční mřížku nebo hranol a pomocné prvky k izolaci a fokusaci jednotlivých paprsků. Difrakční mřížka je zrcadlo ze skla nebo oceli s rovnoběžnými drážkami nebo vrypy vyrytými na povrchu v určité vzdálenosti od sebe a má za úkol rozkládat světelné záření o různých úhlech odrazu. Monochromátory propouští pouze jeden paprsek světla o určité vlnové délce. Pokud je nutné detekovat více paprsků, musí být změněn úhel odrazu na difrakční mřížce. Polychromátory mají kruhovou konstrukci s výstupními štěrbinami pro každou specifickou vlnovou délku procházejícího paprsku a vlastní detektor [23], [24], [25], [26]

Detekce signálu

Detektory převádí emitované záření na elektrický signál. Detektory se rozdělují na vnější (fotokatody a fotonásobiče), zde dojde při dopadu záření k emisi elektronů a vnitřní zpracování fotoelektrického jevu (diodová pole a plošné detektory), kde po dopadu záření dojde ke zvýšení hustoty nosičů náboje v polovodičích a zvýší se jeho vodivost [23], [24], [25], [26].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Laboratorní vybavení

3.1.1 Chemikálie

Tabulka 3.1 *Seznam použitých chemikálií*

Chemikálie	Výrobce	Vzorec	CAS
Kyseliny dusičná 67%	ANALYTIKA, spol. s.r.o.	HNO_3	7697-37-2
Peroxid vodíku 30%	VWR International	H_2O_2	7722-84-1
Ethanol 96%	Sigma – Aldrich	C_2H_5OH	64-17-5
Standardní roztoky prvků	ANALYTIKA, spol. s.r.o.		

3.1.2 Pomůcky a přístroje

- Laboratorní sklo
- Automatické pipety (Finnpipette, TermoFisher)
- Filtrační papíry (Whatman)
- Membránové filtry (Millipore, pórovitost 0,45 μm)
- Sušárna
- Jednotka pro přípravu ultračisté deionizované vody (ELGA, PURELAB® Classic)
- Analytické laboratorní váhy (Kern & Sohn GmbH, typ ABJ 80-4M)
- Mikrovlnná jednotka (MILESTONE ,unit mls 1200 mega)
- Optický emisní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem Ultima 2 (HORIBA Scientific)

3.2 Charakteristika materiálu

Jako materiál byly použity hrozny odrůdy Chardonnay, které byly sklizeny v říjnu roku 2019. Hrozny byly sklizeny na Znojemsku, konkrétně se jednalo o viniční trať Načeratický kopec.

Chardonnay je bílá moštová odrůda vinné révy, která pochází z Burgundska. Do Státní odrůdové knihy ČR byla zapsána roku 1987. Chardonnay je velice podobné odrůdám jako jsou Rulandské bílé a Rulandské šedé. Víno se vyznačuje výraznými kyselinami a citrusovou svěží vůní [11].

3.3 Příprava mineralizátů z bobulí

Mikrovlnným rozkladem byly rozloženy bobule, které byly vysušeny v sušárně. Na analytických vahách bylo naváženo 0,5 g vysušených bobulí s přesností na 4 desetinná místa. K navážce v teflonových nádobkách bylo přidáno 5 ml 67% HNO_3 a 1 ml H_2O_2. Současně byl připraven i blank pro simulaci matrice vzorku u kalibrační křivky, aby byly omezen efekt interferencí při měření technikou ICP–OES. Nádobky byly pečlivě uzavřeny, vloženy do mikrovlnné pece a rozloženy dle přednastaveného rozkladného programu

(Tab. 3.2). Po ukončení rozkladu byly mineralizáty kvantitativně převedeny do odměrných baněk o objemu 25 ml a doplněny destilovanou vodou po rysku.

Tabulka 3.2 *Přednastavený rozkladný program*

Čas [min]	Příkon [W]
2	250
2	0
2	250
5	500
5	0

3.4 Příprava roztoků vína pro prvkovou analýzu

První dva vzorky – vzorky č. 1 a 2 – (Tab. 3.3) byly před analýzou nejprve zfiltrovány přes skládaný filtr a následně přes membránový mikrofiltr. Takto připravené vzorky byly podrobeny analýze na přístroji ICP-OES. Pro stanovení mikroprvků (Cu, Mn, Fe, Zn) byly připravené filtráty ředěny dvakrát a pro stanovení makroprvků (Ca, K, Mg, P, Na) byly ředěny stokrát.

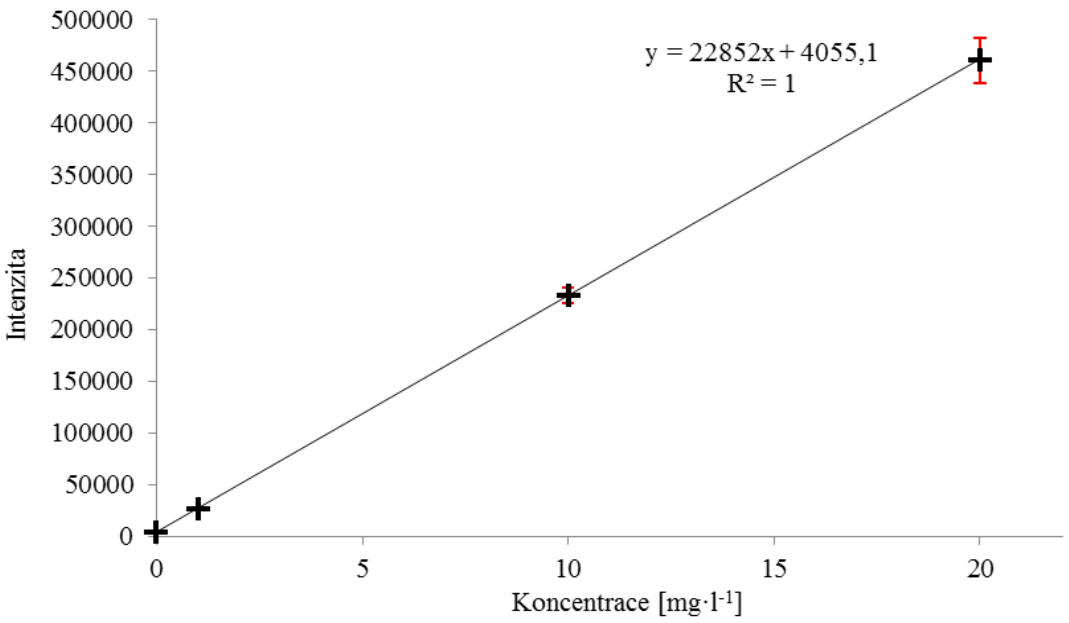
Vzorky č. 3, 4 a 5 (Tab. 3.3) byly zfiltrovány pouze přes membránové filtry. Dále bylo postupováno stejně jako u vzorků č. 1, 2.

Tabulka 3.3 *Popis vzorků k analytickému stanovení*

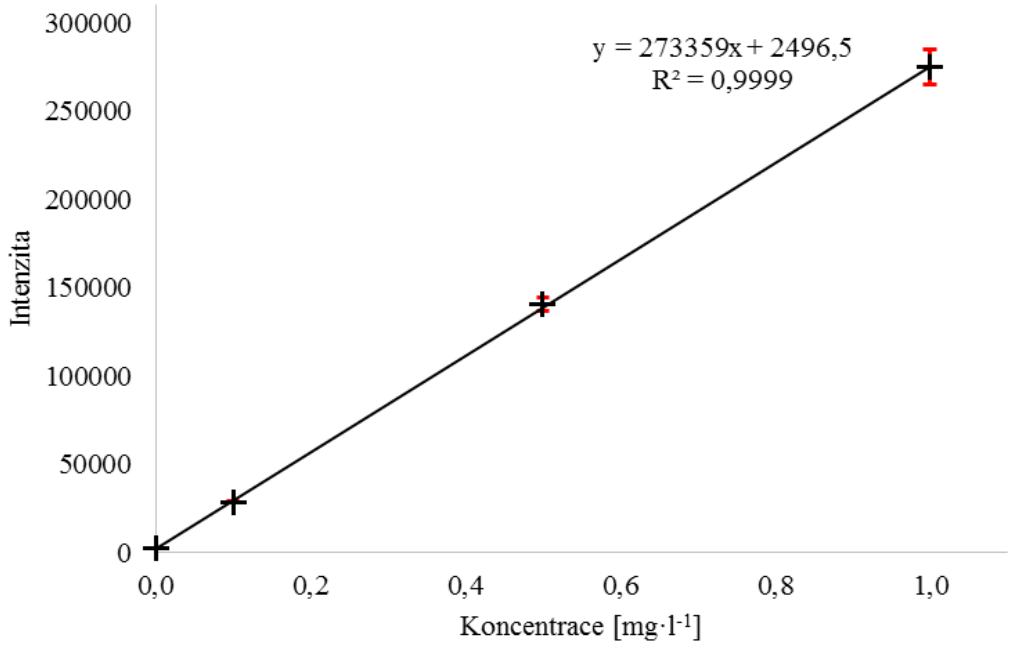
Vzorek 1:	mošt vzniklý lisováním
Vzorek 2:	odkalený mošt
Vzorek 3:	kvasící mošt
Vzorek 4:	mladé víno
Vzorek 5:	vyzrálé víno

3.4.1 Příprava standardních roztoků

Kalibrační roztoky byly připraveny ze standardních roztoků o koncentraci 1 $g \cdot l^{-1}$. Kalibrační řada pro stanovení makroprvků byla připravena v rozmezí 1–20 $mg \cdot l^{-1}$ a pro stanovení mikroprvků v rozmezí 0,1–1 $mg \cdot l^{-1}$ (Graf 1 a 2). Výpočtem bylo zjištěno, že pro přípravu kalibračního bodu o koncentraci 20 $mg \cdot l^{-1}$ bylo potřeba napipetovat 500 µl směsi standardního roztoku do objemu 25 ml. Při analýze vzorků č. 1 a 2 byly kalibrační roztoky doplněny destilovanou vodou a při analýze vzorků č. 3, 4 a 5 byly kalibrační roztoky doplněny 10% roztokem ethanolu pro simulaci matrice vzorku (viz kap. 3.3).



Graf 1 *Kalibrační přímka pro stanovení P při analýze vzorků č. 1 a 2*



Graf 2 *Kalibrační přímka pro stanovení Mn při analýze vzorků č. 1 a 2*

3.5 Prvková analýza a vyhodnocení dat

Obsah prvků ve vzorcích byl stanoven technikou ICP-OES na základě příslušných vlnových délek emitovaných fotonů (Tab. 3.4). Před každým měřením byla provedena optimalizace přístroje, která probíhala při specificky nastavených parametrech přístroje (Tab. 3.5).

Tabulka 3.4 *Vlnové délky analyzovaných prvků.*

Prvek	Vlnová délka [nm]
Ca	422,673
K	766,490
Mg	285,213
Na	588,995
P	214,914
Zn	206,191
Mn	257,610
Fe	259,940
Cu	327,396

Tabulka 3.5 *Parametry přístroje*

Příkon generátoru:	1 350 W
Průtoky plynu:	stínící plyn 0,35 l·min^{-1} plazmový plyn 13,50 l·min^{-1} pomocný plyn 0,15 l·min^{-1}
Průtok plynu na zmlžovači:	0,81 ml·min^{-1}
Tlak plynu na zmlžovači:	2,78 bar
Zmlžovač:	typ Meinhard
Mlžná komora:	Cyklónová
Čistota argonu:	99,996 %
Počet opakování měření jednoho vzorku:	3

Naměřené výsledky byly vyhodnoceny v programu MS Excel (Microsoft). Chybové úsečky byly stanoveny jako konfidenční interval ze tří nezávislých měřeních na hladině spolehlivosti 95 %. Koncentrace prvků v analyzovaných vzorcích bobulí vztažená na sušinu na základě rovnice (2):

$$c_m = \frac{c \cdot V}{m}, \tag{2}$$

kde c_m je koncentrace prvku ve vzorku [mg·kg^{-1}], c je koncentrace prvku v roztoku [mg·l^{-1}], V je objem vzorku [l] a m je hmotnost navážky [kg].

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Prvková analýza bobulí

Každá výroba vína začíná sběrem bobulí jednotlivých odrůd. Prvkové složení bobulí je ovlivňováno celou řadou faktorů, mezi které patří například klimatické podmínky, typ půdy či charakter pěstování vinné révy a její odrůdy (Tab 4.1). Odrůda Chardonnay, která byla sklizena pro účely této bakalářské práce, pochází ze Znojemské podoblasti. Skalní geologický podklad půd Znojemské vinařské podoblasti je v oblasti viniční tratě Načeratice tvořen z terasových štěrkopísků, vátých písků a sprašů. Charakteristické půdní podloží je převážně hnědozem. Klimatické podmínky v této podoblasti jsou charakteristické svým dlouhým a suchým létem, nízkým srážkovým úhrnem a říjnovou teplotou v době sklizně v rozmezí 8–12 °C [28].

Koncentrace minerálních látek v bobulích je ovlivněna množstvím vody v bobulích. V této práci byl obsah prvků bobulí vyjádřen v suché hmotnosti. Draslík je v bobulích zastoupený v nejvyšší koncentraci, má kladný vliv na kvalitu a zrání hroznů, enzymatické změny, proces fotosyntézy, a hromadění sacharidů v bobulích. Na písečnatých a štěrkových půdách se draslík vyskytuje ve větším množství, ovlivňuje úrodnost, ale má příznivý dopad na ochranu rostliny v mrazivých měsících. Jeho nadbytek může vést k horšímu příjmu vápníku, hořčíku a zinku, jelikož jsou s draslíkem v protikladném vztahu [13], [15], [29].

Vápník, hořčík, fosfor a sodík jsou makroprvky, které jsou v bobulích vinné révy obsaženy díky minerálnímu složení půdy. Podílejí se na technologických procesech a srážení solí a jejich koncentrace roste také s vysušením bobulí. Právě vápník se řadí mezi významné prvky zemské kůry, ve vinné révě se hromadí především v listech. Obsah vápníku v bobulích Chardonnay z ČR je dosti vyšší než ve vínech z jiných zemí, rozdíl je způsobený především typem půdy. Vápenaté půdy jsou v celosvětové menšině, tím pádem má vápník široké rozmezí koncentrací. Fosfor je součástí nukleových kyselin, enzymů, fosforylovaných sacharidů, fosfolipidů i peptidů. Má na starost aktivaci meziproduktů biosynetických procesů a podílí se na přenosu energie. Vyšší podíl fosforu v námi naměřeném vzorku je způsoben používáním hnojiv s jeho obsahem. Hořčík je makroprvek, který podporuje produkci sacharidů a je nezbytnou součásti chlorofylu. Nese funkci zásobní látky ve formě fytinu v semenech [13], [15], [29].

Vysoký obsah draslíku zcela ovlivňuje přítomnost železa a manganu. V analyzovaných vzorcích je zcela evidentní, že oba mikroprvky se v bobulích nacházeli ve vyšších koncentracích než ostatní mikroelementy. Ve vínech z jiných zemí není obsah Fe a Mn tak vysoký, což je pravděbodobně způsobeno typem půdy. Pokud se železo nachází ve vinné révě ve vyšších koncentracích způsobuje snížený podíl Zn. Zinek v rostlině působí jako aktivátor enzymatických procesů a vstupuje do látkové výměny bílkovin, chlorofylu a škrobu. Vyšší obsah mědi může být způsoben používáním fungicidů. Vinná réva je vysoce tolerantní k vysokým dávkám mědi, protože v kořenech má široké spektrum buněčných mechanismů, které se zapojují do detoxikace těžkých kovů. Velká část mědi také pochází z měďnatých postřiků [13], [16], [17], [30].

Koncentrace prvků v bobulích révy vinné analyzovaných v této práci se velmi lišila od koncentracích udávaných v literatuře. Pravděpodobně je to způsobeno jiným typem půdy, používanými postřiky, klimatickými podmínkami, které jsou v Itálii a Brazílii zcela odlišné od České republiky.

Obsah prvků v bobulích z jiných zemí se mohl lišit z důvodu, že výsledky z literatury mohou být udávané v suché hmotnosti. I přes vysoké rozdílné vyjádření výsledků jsou však nalezené výsledky poměrně vysoké. V literatuře bobule odrůdy Cabernet Sauvignon byly dehydratovány pouze na 40 %, hodnoty nižší mohly být způsobeny vyšším obsahem vody ve vzorku. Porovnávané vzorky z literatury byly měřeny analytickou technikou ICP-MS a vzniklé rozdíly mohly být způsobeny použitím jiné techniky [15], [31].

Tabulka 4.1 *Koncentrace minerálních prvků v bobulích bílých odrůd vín [15], [31]*

		Chardonnay (ČR)	Chardonnay (Itálie)	Cabernet Sauvignon (Brazílie)
		c [mg·kg^{-1}]	c [mg·kg^{-1}]	c [mg·kg^{-1}]
Makroprvky	**Vápník**	1 357 ± 456	299	41,7
	Draslík	9 092 ± 588	2470	1 340
	Hořčík	542 ± 116	134	47,1
	Sodík	69 ± 11	1,7	18,7
	Fosfor	968 ± 63	192	-
Mikroprvky	**Zinek**	4,7 ± 1,4	0,5	0,5
	Měď	5,6 ± 0,2	0,9	1,1
	Železo	27,3 ± 3,4	1,5	1,3
	Mangan	3,8 ± 0,5	1,3	0,8

4.2 Stanovení obsahu makroprvků

Makroprvky se nachází ve vínech ve vyšších koncentracích, než mikroelementy. Stanovovanými prvky byly draslík, vápník, fosfor, hořčík a sodík.

4.2.1 Analýza moštu

Lisování je jeden z prvních kroků při výrobě vína. Předpokládá se, že do vzniklého moštu přechází makroprvky, které byly obsaženy ve slupkách hroznů. Zejména draslík je nejzastoupenější prvek slupek hroznů a extrahuje se z nich do moštu, a proto se zde nachází v nejvyšší koncentraci [32].

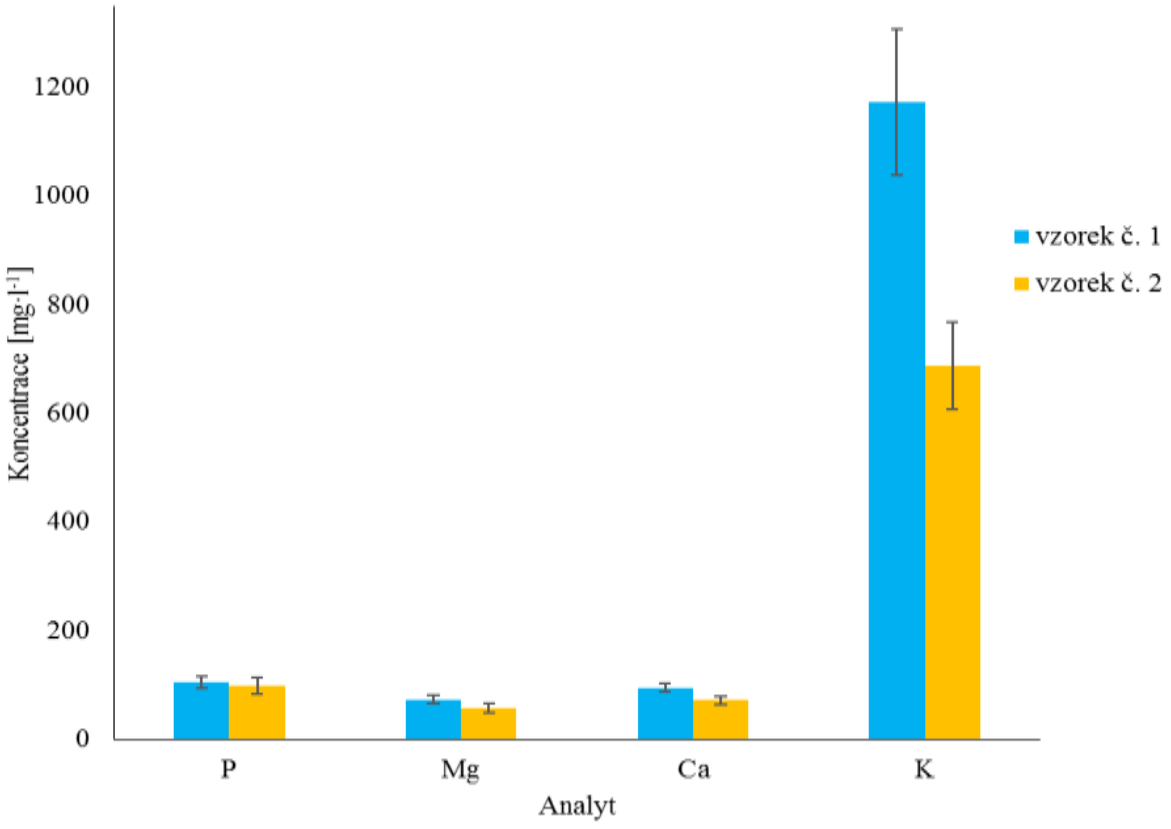
Koncentrace prvků v moštech (Tab 4.2), které uvádí literatura, jsou velmi podobné a korelují s výsledky naměřenými v této práci. Vzorky hroznové šťávy byly měřeny stejnou analytickou technikou ICP-OES jaká byla použita i při tomto měření. Brazilští vinaři se však soustředí na organickou výrobu vinné révy a snaží se omezit používání pesticidů. Porovnáním dat s brazilskou hroznovou šťávou je zcela evidentní, že pesticidy nemají zásadní vliv na koncentraci makroprvků v moštu [32].

Vzorek č. 2 je odkalený mošt bentonitem. Bentonit je významná průmyslová hornina s vysoký obsahem jílových nerostů. Vyznačuje se sorpční schopností a funkcí výměny kationtů. Jelikož je bentonit hornina, jeho chemické a minerální složení je velmi proměnlivé. Změna koncentrace makroprvků (Graf 3) je pravděpodobně způsobena u odkaleného moštu sorpční funkcí bentonitu. Všechny koncentrace prvků před a po odkalení jsou srovnatelné až na draslík. Je možné, že draslík se absorbuje na bentonit více než ostatní prvky [33].

Tabulka 4.2 *Koncentrace makroprvků v moštech bílých odrůd vín [32]*

		Číslo vzorku		
		1	**2**	**-**
		***Vitis vinifera* (ČR) c [mg·l^{-1}]**		***Vitis labrusca* (Brazílie) c [mg·l^{-1}]**
Makroprvky	**Fosfor**	105,2 ± 11,5	98,7 ± 15,8	114,7 ± 32,5[1)]
	Hořčík	73,7 ± 7,7	56,9 ± 8,8	77,7 ± 15,5
	Vápník	95,4 ± 7,3	72,9 ± 7,5	80,6 ± 18,2
	Draslík	1 173,3 ± 135,2	688,4 ± 79,3	1 436,0 ± 388,0
	Sodík	0,8 ± 0,8	2,2 ± 1,2	2,3 ± 2,0

[1)] U vzorků moštů z Brazíle je použita směrodatná odchylka



Graf 3 *Koncentrace makroprvků v moštech odrůdy Chardonnay*

4.2.2 Analýza vzorků vína v průběhu zrání

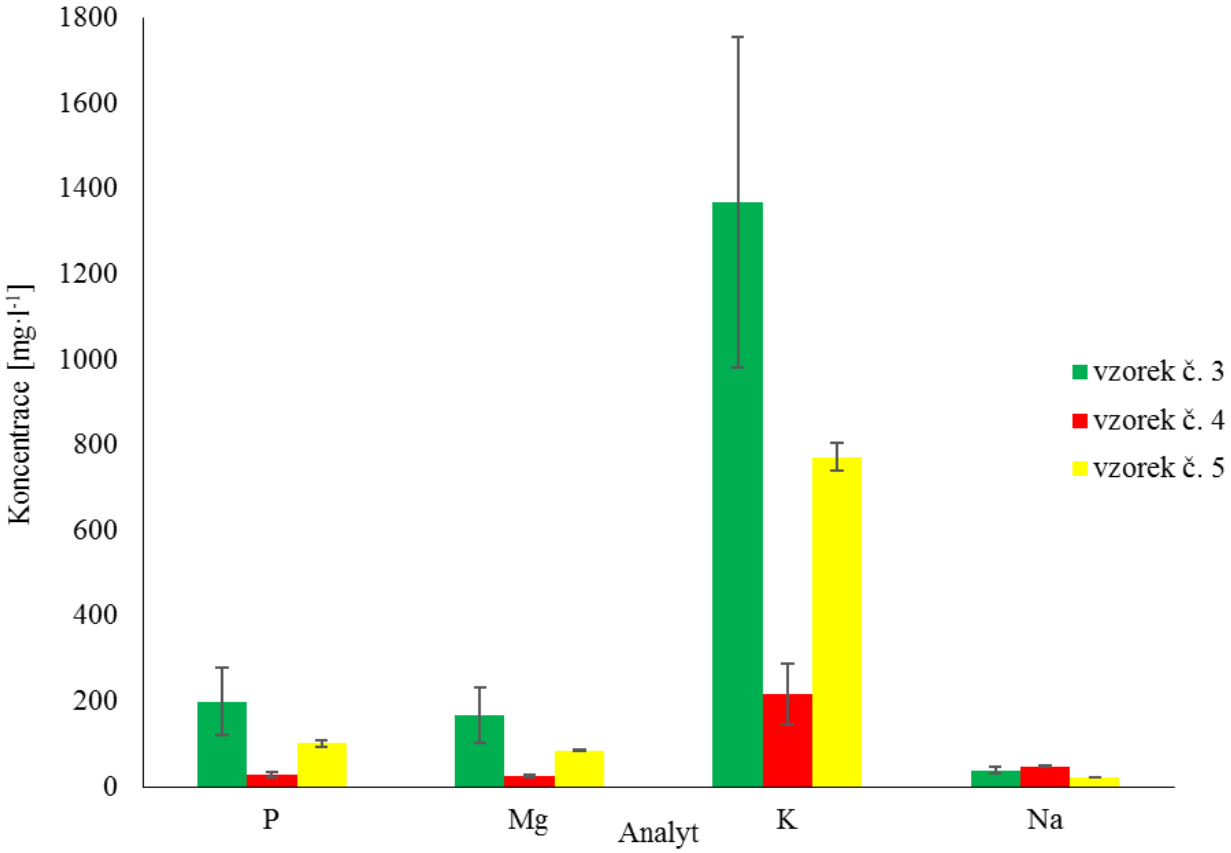
Množství minerálních látek ve víně závisí na již zmíněných faktorech, ale také na následujících vinařských postupech. Nejvíce zastoupený prvek zůstává po celou dobu technologie výroby vína draslík, poté to je fosfor, hořčík, vápník a sodík (Graf 4). Tento průběh souhlasí s výsledky nalezenými v literatuře (Tab. 2.4 a 4.3). Fosfor, hořčík, draslík i vápník ovlivňují senzorický charakter vína a jeho aciditu. Právě draslík zrychluje proces fermentace a zrání, proto je zvýšená koncentrace na začátku zrání žádoucí při výrobě vín. Obecně se říká, že červená vína obsahují větší množství minerálních látek. Rozdíl je ve vinařském postupu a tím se rozumí krok macerace. Doba, kdy je víno ve styku s pevným podílem vinné révy [13], [29], [34], [35].

Ve vzorku č. 3 ustupovala cukernatost, zvyšovalo se množství alkoholu a vzorek stále kvasil, což se projevilo chybou měření. Analyzované vzorky byly odebírány po dobu 6 měsíců, avšak vzorek č. 4 obsahoval nejnižší koncentrace všech naměřených makroprvků. Takový radikální pokles koncentrací mohl být způsoben nevčasným připravením a naměřením vzorku nebo mohly nastat změny podmínek během kvašení v sudu, protože chybové úsečky a opakovatelnost se nemění.

Ve srovnání s portugalskými bílými víny vycházejí koncentrace velice podobně, případné odchylky mohou být způsobeny technikou měření nebo také tím, že data koncentrací vín z Portugalska jsou průměrem 16 analyzovaných vzorků bílých vín. Portugalská vína byla analyzována technikou ICP-MS, oproti technice ICP-OES, je více citlivější, tudíž může být stanovení obsahu prvků přesnější. Použité vzorky v této práci ještě nebyly finálním vínem určeným ke konzumaci, avšak víno analyzované v Portugalsku bylo výsledným produktem. Například koncentrace fosforu a hořčíku se zcela liší ve srovnání se vzorkem č. 5 (nejpozději odebíraným), odchylky mohly být způsobeny jiným školením vína a zrání nejspíše probíhalo v jiném prostředí. Avšak sodík je jeden z prvků, který se během technologie skoro vůbec nemění a je jeden z nejstabilnějších prvků a pro výrobu vína není nějak významný.

Tabulka 4.3 *Koncentrace makroprvků v bílém vínu [34]*

		Číslo vzorku			
		3	**4**	**5**	**-**
			Chardonnay (ČR) c [mg·l^{-1}]		**Bílá vína (Portugalsko) c [mg·l^{-1}]**
Makroprvky	**Fosfor**	200,6 ± 78,2	29,6 ± 6,7	102,3 ± 7,0	250,4
	Hořčík	168,6 ± 63,8	26,1 ± 1,9	86,4 ± 1,6	111,9
	Vápník	169,5 ± 63,9	5,2 ± 0,3	50,2 ± 1,6	73,3
	Draslík	1 369,5 ± 386,7	217,2 ± 71,0	773,1 ± 31,7	1 149,1
	Sodík	39,9 ± 7,2	49,0 ± 0,6	23,0 ± 1,1	22,7



Graf 4 *Koncentrace makroprvků ve fázích školení vína odrůdy Chardonnay*

4.3 Stanovení obsahu mikroprvků

Mikroprvky se nachází ve vínech v menším až stopovém množství a častokrát jsou nezastupitelné prvky v biochemických reakcích a enzymatických systémech. Nízký obsah mikroelementů v půdě způsobuje jejich nedostatek v rostlině. Pomocí ICP-OES byl sledován obsah zinku, manganu, železa a mědi v různých stádiích výroby vína [29].

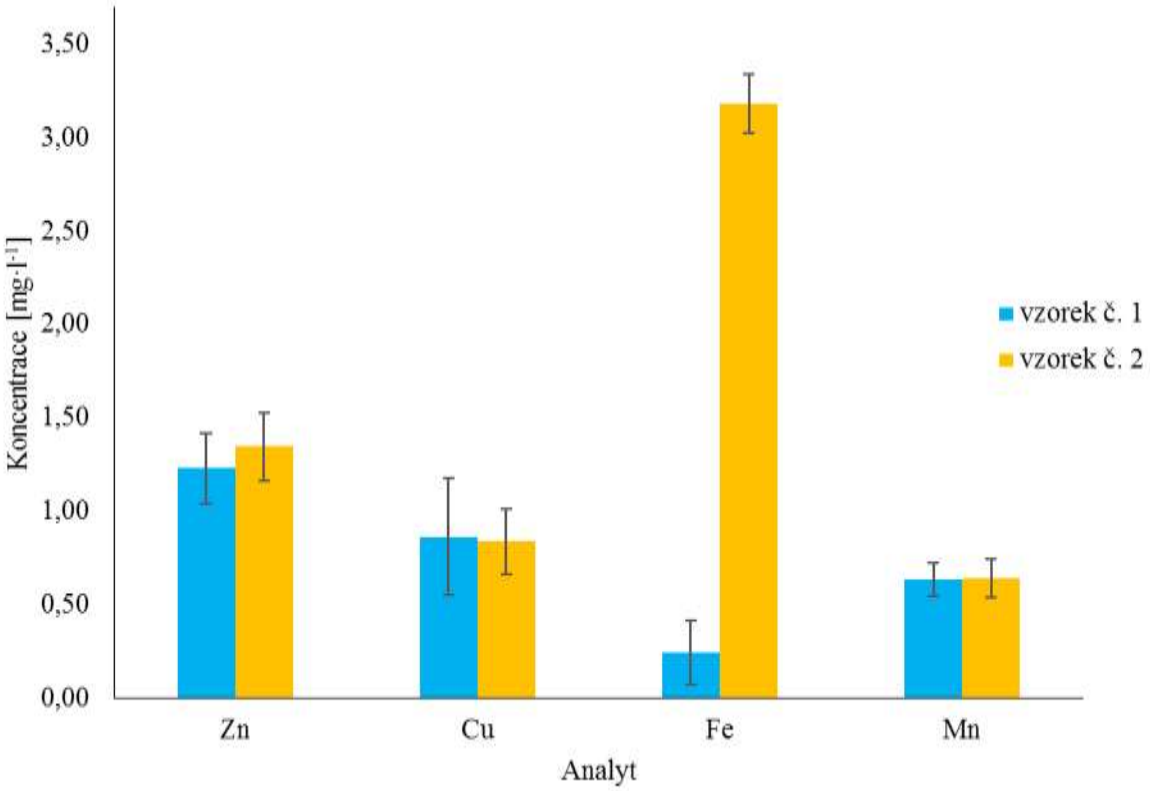
4.3.1 Analýza moštu

Tabulka 4.4 *Koncentrace mikroprvků v moštech bílých odrůd vín [32]*

		Číslo vzorku		
		1	2	-
		Vitis vinifera (ČR) c [mg·l^{-1}]		*Vitis labrusca* (Brazílie) c [mg·l^{-1}]
Mikroprvky	**Zinek**	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	0,5 ± 0,2[1)]
	Měď	0,9 ± 0,3	0,8 ± 0,2	2,9 ± 3,0
	Železo	0,2 ± 0,2	3,2 ± 0,2	2,2 ± 1,1
	Mangan	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	1,3 ± 0,6

[1)] U vzorků moštů z Brazíle je použita směrodatná odchylka

Obsah mikroprvků v moštu nepodléhal radikálním změnám během zrání vína až na železo. Chybové úsečky (Graf 5) jsou optimální a opakovatelnost přesná. Vzhledem k tomu, že proběhlo odkalení, pravděpodobně došlo ke kontaminaci moštu železem z bentonitu. Kontaminace představuje automatické zvýšení koncentrace. Koncentrace mědi ve hroznové šťávě z Brazílie je o dost vyšší než v analyzovaných vzorcích, je to způsobeno používáním organického fungicidu se složkami mědi. Může být přítomný na povrchu bobule a následně přecházet do moštu.



Graf 5 *Koncentrace mikroprvků v moštech odrůdy Chardonnay*

4.3.2 Analýza vzorků vína v průběhu zrání

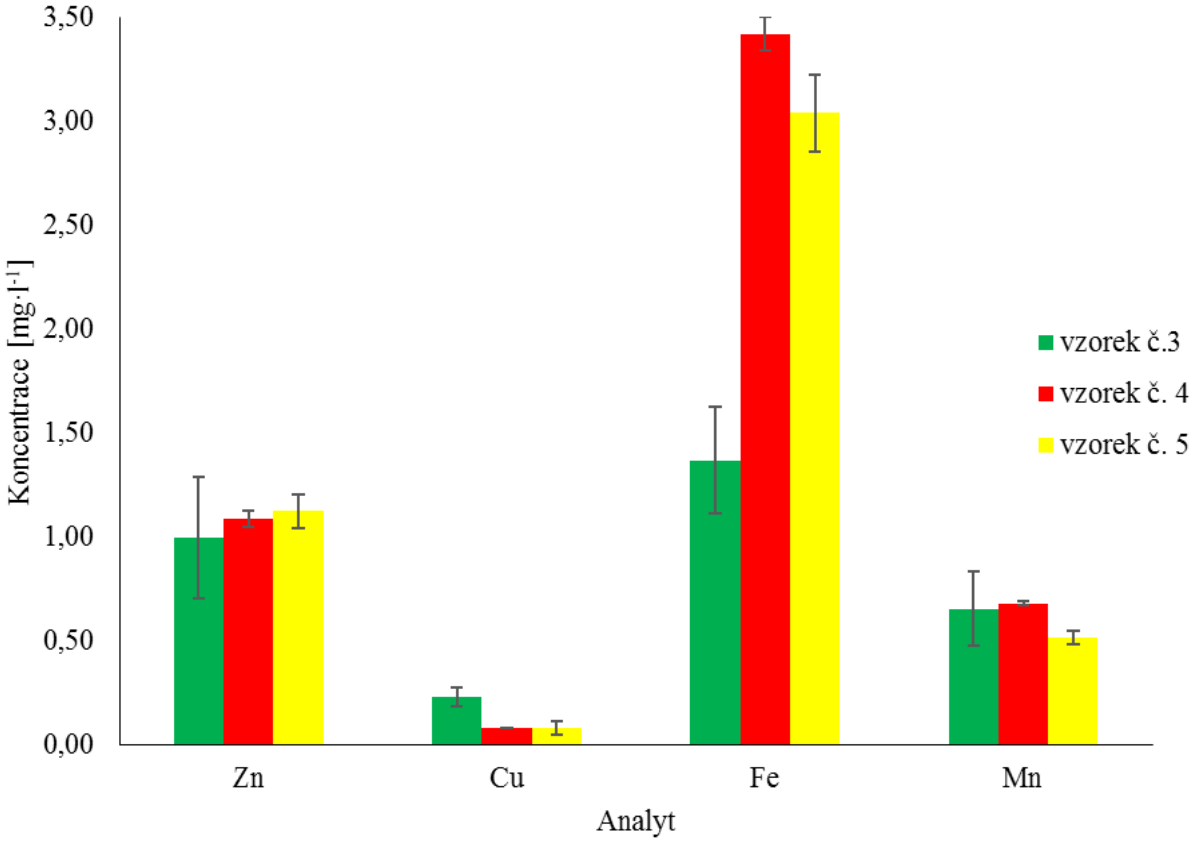
Tabulka 4.5 *Koncentrace mikroprvků v bílém vínu [34]*

		Číslo vzorku			
		3	4	5	-
			Chardonnay (ČR) c [mg·l^{-1}]		Bílá vína (Portugalsko) c [mg·l^{-1}]
Mikroprvky	Zinek	1,0 ± 0,3	1,1 ± 0,04	1,1 ± 0,1	0,79
	Měď	0,2 ± 0,1	0,080 ± 0,001	0,08 ± 0,03	0,04
	Železo	1,4 ± 0,3	3,4 ± 0,1	3,0 ± 0,2	3,82
	Mangan	0,7 ±0,2	0,679 ± 0,009	0,52 ± 0,03	1,67

Koncetrace mikroprvků se v posledních krocích výroby vína nějak zásadně neměnila (Graf 6). Některé prvky mohou v určitých koncentracích způsobit poruchy vín, jako je zákal, srážení a oxidace nebo do konce představují toxikologická rizika (Fe a Mn). Koncentrace mikroprvků sledovaných ve víně během jeho zrání jsou porovnatelné s koncentracemi publikovatelnými v literatuře (Tab 2.4 a 4.5) [34].

Ve srovnání s portugalskými bílými víny vycházejí koncentrace velice podobně, případné odchylky mohou být způsobeny jinou technikou měření nebo také tím, že výsledky z Portugalska jsou průměrem 16 analyzovaných vzorků bílých vín. Portugalská vína byla analyzována technikou ICP-MS, oproti technice ICP-OES je více citlivější, tudíž může být stanovení obsahu prvků přesnější.

Z grafu je zřejmé, že u vzorku č. 3 (Graf 6) byla zaznamenána horší opakovatelnost, tak jak tomu bylo i makroprvků. Chyba mohla nastat s přípravou matrice, jelikož víno bylo ve fázi kvašení, proto by bylo pravděpodobně vhodné vzorek lépe upravit pro analytické stanovení. Koncentrace manganu a zinku je velice stabilní, však obsah Fe se během celého školení vína mění.



Graf 6 *Koncentrace mikroprvků ve fázích školení vína odrůdy Chardonnay*

5 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo sledování změn minerálních látek během technologie výroby vína. Bylo provedeno experimentální stanovení vybraných prvků v 6 vzorcích bobulí, moštů a vín z bílé odrůdy Chardonnay pocházející z viniční tratě Načeratický kopec. Výroba vína probíhala ve Vinařství Soška s.r.o. v Šatově na Znojemsku. Prvky vybrané pro stanovení byly draslík, fosfor, hořčík, vápník, sodík, zinek, mangan, železo a měď.

Víno je na základě studia odborné literatury zhodnoceno z pohledu chemického složení a jeho spojení s kvalitou. Důležitými faktory pro výslednou kvalitu a složení vína, jsou zejména pěstování vinné révy na vinohradnických půdách, klimatické podmínky a samotná výroba vína.

Hlavní část práce byla věnována sledování obsahu prvků od samotných bobulí po sklizni až po výsledné víno určené ke konzumaci. Experimentální část práce seznamuje s vybranými vzorky a jejich přípravou pro analýzu. Stanovení zvolených prvků ve vínech bylo provedeno metodou optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Cílem experimentální části bylo zjištění a kritické zhodnocení rozdílu koncentrací jednotlivých prvků během různých fázích technologie výroby vína. Podle výsledků získaných v této práci lze říci, že podíl prvků během celé výroby se mění. U fosforu, vápníku, hořčíku, draslíku a sodíku obsah postupně klesá, zatímco koncentrace mikroprvků se nějak zásadně nemění v celém procesu výroby vína. Obsah prvků ve víně je ovlivňován mnoha faktory, a to hodnotou pH půdy, schopností kořenů vinné révy přijímat živiny z půdy, klimatickými podmínkami, používáním ochranných prostředků ale i procesem celého školení vína.

Závěrem je možné říct, že výsledky analytického stanovení i studium odborné literatury potvrdily existenci vztahu mezi jednotlivými kroky a změnou koncentrace prvků ve víně. Při dalších experimentech by mohly být stanovovány jiné chemické složky vína, jako jsou například sacharidy, alkoholy, organické kyseliny, fenolické látky, dusíkaté sloučeniny a mohla by být sledována změna těchto látek při výrobě vína.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava bílých vín*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-4-9.

[2] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Přeložil Jiří SEDLO. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. ISBN 978-80-903201-9-2.

[3] STEIDL, Robert. Sklepní hospodářství. Valtice: Národní salon vín, 2002. ISBN 80-903201-0-4.

[4] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinařů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.

[5] KRAUS, Vilém, Zdeněk KUTTELVAŠER a Bohumil VURM. *Encyklopedie českého a moravského vína*. Praha: Melantrich, 1997. ISBN 80-7023-250-1.

[6] BURDA, Alexandr. *O víně*. Opava [i.e. Praha]: Carter/reproplus, 2013. ISBN 978-80-87613-01-6.

[7] BUTNARIU, Monica a Alina BUTU. Quality Control in the Beverage Industry [online]. Academic Pres, 2019 [cit. 2020-07-16]. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00011-4. ISBN 9780128166819. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128166819000114

[8] Oslavan a.s. Www.oslavan.cz [online]. [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: https://www.oslavan.cz/ero---kombajn-na-sklizen-hroznu-rada-5000

[9] FIC, Vlastimil. Víno: analýza, technologie, gastronomie. Český Těšín: 2 THETA, 2015. ISBN 978-80-86380-77-3.

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

[11] PAVLOUŠEK, Pavel. Vinohradnictví - odrůdy révy vinné. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 80-7157-415-5.

[12] *Vady vín vzniklé v průběhu MLF* [online]. In: . [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1266&typ=html

[13] AMUEL, BARANTAL, Otto LOŽEK a Peter CHLEBO. Vlyv výživy a rezu viniča na úrodu a kvalitu hrozna. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015. ISBN 978-80-552-1381-1. 26–39

[14] MONOS technology. *MONOS technology* [online]. 2013 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: http://www.monostechnology.cz/produkty/vinarstvi/lisy

[15] Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes. *Food Research International* [online]. 2013, 2013 [cit. 2020-07-20]. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.016. ISSN 0963-9969. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005632

[16] Trace Element and Rare Earth Element Profiles in Berry Tissues of Three Grape Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2010, , 401-407 [cit. 2020-07-20]

[17] Copper contents in grapes and wines from a Mediaterranean organic vineyard. *Elsevier* [online]. 2010, 2010 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z:

https://www.academia.edu/12595657/Copper_contents_in_grapes_and_wines_from_a_Mediterranean_organic_vineyard

[18] BUREŠOVÁ, Pavla a Patricia JANEČKOVÁ. *Zápisník milovníka vína*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0688-2.

[19] Zákony pro lidi. *Zákony pro lidi* [online]. 2004 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/2004-321/zneni-20170701.htm?sil=1

[20] *Referenční hodnoty pro příjem živin*. V ČR 1. vyd. Praha: Společnost pro výživu, 2011. ISBN 978-80-254-6987-3.

[21] HARRIS, Edward D. *Minerals in food: nutrition, metabolism, bioactivity*. Lancaster: DEStech Publications, c2014. ISBN 978-1-932078-97-8.

[22] ČERNOHORSKÝ, Tomáš a Pavel JANDERA. *Atomová spektroskopie*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1997. ISBN 80-719-4114-x.

[23] HILL, Steve J. *Inductively coupled plasma spectrometry and its applications*. 2nd ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub., c2007. Analytical chemistry series. ISBN 978-1-4051-3594-8.

[24] PLŠKO, Eduard. *Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem: sborník přednášek z kurzu 15.-17.6.1994 v Komorní Lhotce*. Český Těšín: 2 THETA, 1994.

[25] *Optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu a vysokoteplotních plamenech*. Praha: Academia, 1992. Pokroky chemie. ISBN 80-200-0215-4.

[26] BRLÍKOVÁ, Eliška. Koncentrace vybraných kovů v tradičních a bylinných čajích. Brno, 2019. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/115773. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Pavel Diviš.

[27] *CZECH BREWERY SYSTEM* [online]. [cit. 2020-07-23]. Dostupné z: https://eshop.czechminibreweries.com/cs/product/plf-i40/

[28] ŠPETLÍK, Milan. *Vinařské obce Hnanice, Šatov* [online]. Lednice, 2016 [cit. 2020-07-26]. Dostupné z: https://theses.cz/id/81ltb7/zaverecna_prace.pdf?fbclid=IwAR32OcLxeeEntdOUi2v5c3y5xGit30oRQwGEkfxkCz-P3N89-OGMJ9XRjhs. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Ing. Michal Kumšta.

[29] LOŽEK, Otto, Soňa BUGÁŇOVÁ a Vladimír ŠIMANSKÝ. *Vplyv makro a mikroživín na úrodu a kvalitu hrozna v Malokarpatskej vinohradníckej oblas*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017. ISBN 978-80-552-1774-1.

[30] *Iron uptake in vineyard soils and relationships with other elements (Zn, Mn and Ca). The case of Castilla-La Mancha, Central Spain* [online]. Applied Geochemistry, 2018 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292716305868

[31] Accumulation and Distribution Pattern of Macro- and Microelements and Trace Elements in Vitis vinifera L. cv. Chardonnay Berries. *J. Agric. Food Chem.* [online]. 2011, , 7224–7236 [cit. 2020-07-27]. DOI: https://doi.org/10.1021/jf2006003.

[32] Physicochemical composition, minerals, and pesticide residues in organic grape juices. *Food Science and Technology* [online]. 2015 [cit. 2020-07-27]. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6540. ISSN 1678-457X. Dostupné z: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612015000100120&lng=en&nrm=iso&tlng=en

[33] Co je bentonit a jak se používá? *KOPEČEK Vinařský dům* [online]. 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: https://www.vinarskydum.cz/radce/zima/89-co-je-bentonit-a-jak-se-pouziva

[34] Multi-element composition of red, white and palhete amphora wines from Alentejo by ICPMS. *Food Control* [online]. 2018 [cit. 2020-07-27]. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.04.041. ISSN 0956-7135. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713518302044

[35] Geology and Wine 9: Regional Trace Element Fingerprinting of Canadian Wines. *Geoscience Canada* [online]. [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: https://journals.lib.unb.ca/index.php/GC/article/view/2712

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AAS	Atomová absorbční spektrometrie *(Atomic Absorption Spectroscopy)*
AES	Atomová emisní spektrometrie *(Atomic Emission Spectroscopy)*
ČR	Česká republika
DDD	Doporučená denní dávka
ICP	Indukčně vázané plazma *(Inductively Coupled Plasma)*
MS	Hmotnostní spektrometrie *(Mass spectrometry)*
OES	Optická emisní spektrometrie *(Optical Emission Spectroscopy)*
RTG	Rentgen
UV	Ultrafialové záření *(Ultraviolet Light)*
VIS	Viditelné záření *(Visible Spectroscopy)*