

# **Analýza vín pomocí ICP-MS v oblasti Znojmo Stanovení těžkých kovů**

Bc. Vendula Osohová

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Vendula Osohová**  
Osobní číslo: **T18559**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie potravin**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Analýza vín pomocí ICP-MS v oblasti Znojmo – stanovení těžkých kovů**

**Zásady pro vypracování**

**I. Teoretická část**

1. Prostudujte dostupnou literaturu a informační zdroje vztahující se k zadanému tématu.

**II. Praktická část**

1. Proveďte optimalizaci přípravy vzorků vín.
2. Koncentrace kovů stanovte pomocí ICP-MS.
3. Naměřená a vypočtená data zpracujte a dosažené výsledky kriticky zhodnotte.
4. V experimentální části se proveďte průzkum řešení dané situace v ČR
5. Získané informace přehledně zpracovat v diplomové práci.

Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] MORENO-ARRIBAS, M. V., POLO, C. Wine Chemistry and Biochemistry, 1 ed., Springer, New York, 2009, ISBN 978-0-387-74118-5.  
[2] MICHLOVSKÝ, M. Lexikon chemického složení vína, první vydání, 2014, Rakvice, ISBN 978-80-905319-2-5.  
[3] FLAMINI, R., TRALDI P., 2006: Mass spectrometry in grape and wine chemistry. Part II: The consumer protection. Mass Spectrometry Reviews, 25, WileyInterScience. (s. 741-774).  
[4] Vědecké zdroje zahrnuté v databázích Web of Science, ScienceDirect, SciFinder Scholar, Medline aj.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lenka Šenkárová, Ph.D.**  
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

---

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

---

**doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou 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);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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.

### **Prohlašuji,**

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývala stanovením těžkých kovových prvků ve víně, a to ve 12 vzorcích pocházejících z oblasti Znojma a pro srovnání jiného geologického podloží 2 vzorcích z oblasti Uherského Hradiště.

Cílem této práce bylo posoudit zastoupení kovových prvků v jednotlivých vzorcích vín, pocházejících z různých vinic od různých malých i větších vinařů.

Před samotnou analýzou vzorků pomocí metody hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem byly vzorky nejprve podrobeny mikrovlnnému rozkladu. U žádného vzorku nebyl překročen limit daný platnou legislativou.

Klíčová slova: víno, těžké kovy, ICP-MS

## **ABSTRACT**

This thesis dealt with the determination of heavy metal elements in wine in 12 samples originating in the Znojmo region and for comparison of another geological bedrock 2 samples from the area of Uherské Hradiště.

The aim of this work was to assess the representation of metal elements in individual samples of wines originating from different vineyards from different small and larger winemakers.

Before the actual analysis of samples using the inductively coupled plasma mass spectrometry method, the samples were first subjected to microwave decomposition. No sample exceeded the limit given by the legislation in force.

Keywords: wine, heavy metals, ICP-MS

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce paní Ing. Lence Šenkárové, PhD., za poskytnuté rady, materiály a odborné vedení při zpracování této práce.

Dále bych chtěla poděkovat vinařům, za poskytnutí vzorků vín z jejich vinařství k praktické části této diplomové práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 VÍNO A VINNÁ RÉVA</b> .....	<b>11</b>
1.1 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ VINNÉ RÉVY NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY .....	12
1.2 ZNOJEMSKÁ VINAŘSKÁ OBLAST .....	12
<b>2 DRUHY VÍNA</b> .....	<b>14</b>
2.1 BÍLÁ VÍNA .....	14
2.1.1 Výroba bílého vína .....	14
2.2 ČERVENÁ VÍNA.....	16
2.2.1 Výroba červeného vína .....	16
<b>3 SLOŽENÍ HROZNŮ</b> .....	<b>18</b>
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VÍNA .....	19
3.1.1 Kvantitativní znaky hroznů .....	19
3.1.2 Voda .....	20
3.1.3 Alkoholy.....	20
3.1.4 Sacharidy.....	21
3.1.5 Minerální látky .....	21
3.1.6 Dusíkaté látky.....	23
3.1.7 Polyfenoly .....	24
3.1.8 Aromatické látky .....	24
<b>4 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA JAKOST A ZDRAVOTNÍ NEZÁVADNOST RÉVOVÝCH VÍN</b> .....	<b>26</b>
<b>5 AUTENTICITA</b> .....	<b>28</b>
5.1 METODY POUŽÍVANÉ K URČENÍ AUTENTICITY .....	28
5.2 FALŠOVÁNÍ VÍN .....	29
<b>6 HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE S INDUKČNĚ VÁZANÝM PLAMENEM (ICP-MS)</b> .....	<b>30</b>
6.1 PRINCIP ICP-MS .....	30
6.2 INSTRUMENTACE .....	30
6.3 INTERFERENCE .....	30
6.3.1 Spektrální interference .....	31
6.3.2 Nespektrální interference .....	31
6.4 METODY ÚPRAVY VZORKŮ.....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>33</b>
<b>7 VZORKY A MĚŘENÍ</b> .....	<b>34</b>
7.1 CHARAKTERISTIKA ÚPRAVY VZORKŮ.....	34
7.1.1 Původ vzorků .....	34

7.1.2	Mikrovlenný rozklad vzorků.....	34
<b>8</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>36</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>60</b>



## ÚVOD

Víno patří mezi alkoholické nápoje vyráběné z nakvašených plodů vinné révy, které má bohatou historii a za jeho místo původu se považuje dnešní Gruzie nebo Irán. V Evropě se víno objevilo poprvé před 6 500 let, a to v dnešním Bulharsku a Řecku, bylo také velmi oblíbené a běžné pití v Římě a Řecku. Velmi důležitou roli již za starých časů hrálo víno v náboženství. Bohy vína a nespoutaného veselí byli označováni řecký bůh Dionýsos a římský bůh Bakchus.

Víno se vyrábí fermentací rozmačkaných hroznů za použití různých kvasnic, které rozkládají cukry obsažené v hroznech a tím je přemění na alkohol. Výsledný typ vína závisí na použité odrůdě vína a druhu kvasnic.

Už během zpracování vína se může ukázat, že víno nemá požadovanou kvalitu. Nedostatky se mohou rozpoznat sensoricky a to změnou vzhledu, barvy, chutě a vůně. Během přípravy se ve víně odehrávají různé fyzikální, chemické a mikrobiologické procesy, a tím hrozí, že může být víno naprosto nepoživatelné. Takovéto změny se podle toho jak vznikly dělí na choroby a vady.

Přítomnost těžkých kovů ve víně se musí hlídat vzhledem k negativnímu vlivu na zdraví člověka. Zvýšený výskyt těžkých kovů v hroznech a následně ve víně, může být způsobený pesticidy nebo použitými hnojivy, ale i environmentálním znečištěním v půdě, vodě, či atmosféře. Další možnosti kontaminace vína těžkými kovy mohou nastat při nepovoleném enologickém postupu výroby vína nebo při manipulaci a skladování vína.

Cílem diplomové práce bylo zmonitorovat výskyt těžkých kovů ve vzorcích odebraných z vín v oblasti Znojemska, za použití hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem, kde je možné detekovat již stopové koncentrace prvků, včetně jejich izotopů. V této diplomové práci byla zvolena metoda mikrovlnného rozkladu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÍNO A VINNÁ RÉVA

Víno je alkoholický nápoj, který se vyrábí z vinné révy. Vinná réva (*Vitis Vinifera*) zakořeňuje do hloubky 12 až 15 m. Období dozrávání bývá různé podle druhů a trvá 35 až 60 dní. Vinná réva je liána, pnoucí se po oporách, ke kterým se přichycuje pomocí úponků. Tato rostlina má listy v zásadě okrouhlé, se třemi až pěti laloky o průměru do 15 cm. Borka kmene je světle hnědá a loupe se v dlouhých pruzích. Letorosty jsou sytě zbarvené, červenohnědé nebo žlutohnědé. Bohaté laty vytvářejí žlutozelené květy. Kulturní odrůdy (*V. vinifera* subs. *Vinifera*) jsou jednodomé, divoké odrůdy (*V. vinifera* subs. *silvestris*) jsou dvoudomé. Plodem jsou bobule kulovitého, vejčitého, nebo zaobleně válcovitého tvaru o průměru 0,4 – 1,5 cm a délce až 2,5 cm. Velkou rozmanitost má jejich zbarvení, od zelené, zelenožluté, žluté po červenou až tmavofialovou. S postupujícím létem ubývá v bobulích hroznů kyselin, obsah cukru se zvyšuje a zhruba v polovině října je víno zralé [4].

Plod vinné révy je složen z třapin a bobulí. Třapina je rozvětvená a zakončená drobnými střípečky, na kterých visí bobulky. Zelené třapiny obsahují hodně chlorofylu, proto se víno před lisováním odzrňuje, aby se do moštu nevyluhovala listová zeleň. Odzrňování teda neznamena vybírání zrníček, ale oddělování bobulí od třapin. Bobule jsou vlastní surovina pro výrobu vína. Skládají se ze slupky, semen a dužniny prostoupené žilkami. Slupka je potažena jemnou vrstvou vosku, která zabraňuje vniknutí vody do bobulí a přitom jejímu vypařování. Ve slupkách bobulí některých odrůd se nacházejí různé složky, které mají vliv na budoucí charakter vína (aromatické látky, červené barvivo). Ve slupkách všech odrůd se nacházejí velké množství bakterií, plísní a kvasinek, které pomáhají při přetváření moštu na víno. Semena uvnitř bobule se při dozrávání zbarví dohněda. Obsahují olej a třísloviny [2].

Víno patří mezi velmi oblíbený nápoj a jeho obliba stále stoupá. Má příznivý vliv na krevní oběh a je prokázáno, že konzumenti, užívající víno v přiměřeném množství, trpí podstatně méně nemocemi krevního oběhu a tím se u těchto jedinců snižuje výskyt infarktu. Tato skutečnost je odůvodněna přítomností antioxidantů ve víně a to především flavonoidů - resveratrolu, katechinu a quercetinu. Do této skupiny dále patří fenolkarboxylové kyseliny, jako - gallová, protokachetová a kumarová. Tyto látky zabraňují zanešení cévních stěn, a tím zabraňují vzniku krevních sraženin a v poslední řadě, dokážou vzniklou sraženinu rozpouštět. Díky podpoře tvorby žaludečních kyselin a trávicího enzymu (pepsinu), víno příznivě působí na zažívací trakt [9,10].

## 1.1 Historie pěstování vinné révy na území České republiky

Do Čech proniká víno z Velkomoravské říše, kde se pilo zejména na dvoře Mojžíra I., i když je pravděpodobné, že již předtím pěstovali vinnou révu na českém území Markomani. Podle legend se s vínem jako první seznámil kníže Bořivoj, kterému panovník Svatopluk z Velkomoravské říše poslal sud výborného vína ke křtinám syna Svyatihněva. Kněžna Ludmila si pak nechala poslat z Moravy révu a osázela s ní okolí svého hradu Pšova na nynějším Mělnicku [3].

První písemné zmínky o pěstování vína v Čechách pocházejí již z roku 937, kdy už bylo vinařství na našem území značně rozvinuté. Nadšeným vinařem byl i kníže Václav I., který byl zvolen patronem českými vinaři [3].

Mnoho vinařů bylo nuceno během třicetileté války opustit své vinice a ty byly následně poničeny. V 18. a na počátku 19. století došlo k regeneraci a rozkvětu českého vinařství. V nynější době je na území České republiky 16 vinařských oblastí, které patří mezi světově uznávané vinařské oblasti [3].

## 1.2 Znojmská vinařská oblast

Znojmská vinařská oblast je jednou ze čtyř podoblastí vinařské oblasti Morava. Znojmsko leží v dešťovém stínu Českomoravské vrchoviny tvořené prahorními útvary. Na jejich výběžcích zejména v severní části podoblasti vznikly kamenité půdy, na nichž se skvěle daří Ryzlinku rýnskému, Veltlínskému zelenému. Pro okolí Dolních Kounic je pak typické pěstování modrých odrůd, hlavně Frankovky.

Znojmo je srdcem Znojmské vinařské podoblasti a může se pyšnit zavedením prvního apelačního systému v České republice VOC Znojmo – Vína Originální Certifikace, tedy označování vín podle místa jeho původu. Pro Znojmsko jde o vína odrůd Sauvignon, Ryzlink rýnský a Veltlínské zelené. Tradice pěstování vinné révy a výroby vína tu sahá až do 9. století. Všudypřítomné vinice a sklípky v okolí města jsou ideálním cílem k jejich ochutnání.

Město Znojmo bylo vždy význačným vinařským střediskem, což dokládá spleť dlouhých chodeb vinných sklípků přímo pod městem. V blízkosti města se táhnou prvotřídní viniční polohy se šterkovým podložím překrytým místně spraší, případně i s polohami jílu. Tyto vinice se nalézají v pásu od Kraví hory směrem na Hnanice. Od Znojma na jih se táhne podél hranice s Rakouskem řada známých viničních tratí přes Šatov, Chvalovice, Vrbovec,

Hnízdo, Slup, Jaroslavice, až do Hrušovan nad Jevišovkou, většinou s půdami sprašovými nebo štěrkopísky. Na východ podél Dyje jsou viniční svahy v Tasovicích a Hodonicích. Ve střední části Znojemska leží několik významných viničních celků na Únanovce a Jevišovce se známými vinařskými obcemi Těšetice, Lechovice, Borotice.

Pro Znojemsko je typická produkce bílých aromatických vín. Kromě Veltlínského zeleného, které je hlavní odrůdou, se tu dobře daří odrůdám Müller Thurgau, Sauvignon, Ryzlink rýnský, Pálava. Skvělé kvality dosahují i odrůdy Rulandské bílé, Rulandské šedé a Rulandské modré.

Vinařská oblast Morava se dělí na čtyři podoblasti:

- mikulovskou – 4 432 ha
- slováckou – 4 188 ha
- velkopavlovickou - 4 747 ha
- znojemskou – 3 153 ha

Na Moravě se nachází také nejvíce vinařských obcí (312), viničních tratí (1 126) a pěstitelů (18 874) [20].



Obrázek 1- Vinařská oblast Morava [6]

## 2 DRUHY VÍNA

Vín je na světové vinařské mapě prakticky nekonečná škála. Každý den vznikne další nové vinařství, které začne vyrábět nové varianty a druhy vín. Každá země, každý region má svá specifika. Různé odrůdy, podloží, přírodní podmínky či vinné zákony. I značení na etiketách je v každé zemi odlišné, avšak členění na základní druhy vín je všude stejné.

### 2.1 Bílá vína

V České republice se pěstuje celá řada bílých odrůd révy vinné (29 zapsaných ve Státní odrůdové knize), ale lze je rozdělit do tří pomyslných skupin:

1. Skupina má přirozeně vyšší obsah kyselin a jejími typickými představiteli jsou Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský a Sauvignon. Tato vína jsou primárně ovocitá, šťavnatá, zabíhají až do citrusových tónů a bývají příjemně pikantní.
2. Skupina jsou vína s nižším obsahem kyselin. Sem patří mnoho odrůd, ale mezi nejvýznamnější patří rodina burgundských, tedy Rulandské bílé, Rulandské šedé a Chardonnay. Patří sem i naše nejtypičtější odrůdy jako Veltlínské zelené, Müller Thurgau, Sylvánské zelené nebo Neuburské. Tato skupina je oblíbená pro svou příjemnou svěžest a ovocnost.

Skupina zahrnuje odrůdy aromatické. Vína jsou to bohatá, kořenitá, s opulentním aroma i chutí. Nejznámější aromatické odrůdy jsou Tramín červený, Muškát moravský nebo Pálava. Těmto vínům sluší zbytkový cukr, a proto je častěji vidáme jako vína polosuchá a polosladká [24].

#### 2.1.1 Výroba bílého vína

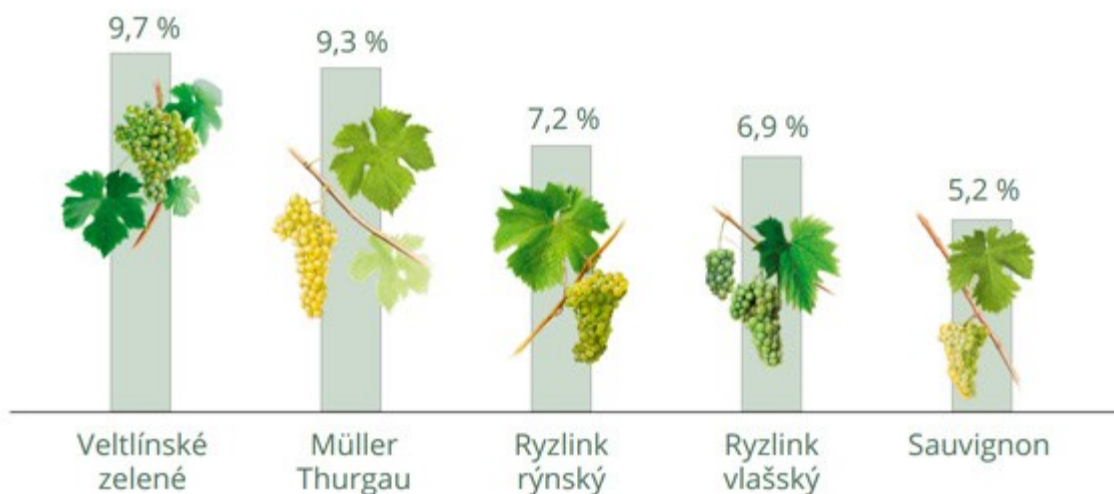
Bílé víno se vyrábí z bílých i modrých hroznů révy vinné. Na rozdíl od vín červených či růžových vinař nepracuje u bílých vín s barvivy obsaženými ve slupkách bobulí. Hrozny se tak po sklizni vylisují a ihned začíná proces řízeného kvašení čistého vinného moštu. V současné době existuje mnoho způsobů, jak vyrobit bílé víno, ale princip je v základu podobný.

*Základní postup výroby bílého vína:*

1. Oddělení bobulí od třapin, odzrnění – na začátku je třeba hrozny tzv. očistit, tedy zbavit pecek, které by mohly nepříznivě ovlivnit chuť vína.

2. Lisování – očištěné hrozny se následně lisují, to je jedna z nejdůležitějších fází procesu výroby vína a má na kvalitu i chuť zásadní vliv. Lisováním získáme vinný mošt.
3. Odkalování moštu – z vylisovaného moštu je třeba odstranit nežádoucí částice a nečistoty.
4. Kvašení neboli fermentace – při kvašení dochází k přeměně cukru na alkohol. Během tohoto procesu se mošt mění na víno.
5. Stáčení vína – víno je třeba stočit do jiné nádoby, abychom se zbavili usazenin.
6. Zrání vína – dlouhodobý proces, který trvá od několika týdnů, až do několika měsíců a během kterého probíhají ve víně žádoucí chemické reakce, čímž získává svou osobitou vůni a chuť.
7. Filtrování vína – předposlední krok výroby vína, kterým zajistíme kvalitu vína.
8. Plnění do lahví – poslední krok výroby vína, kterým docílíme víno ve finální podobě, v jaké se dostane ke konzumentovi.

Výroba vína je poměrně složitý proces, který vyžaduje spoustu práce a úsilí. Vše začíná již na vinici, kdy je důležité se o hrozny dobře postarat, protože ani sebelepší vinař ze „špatných“ hroznů dobré víno neudělá. Když se ale k pěstování, sklizení a výrobě vína přistupuje zodpovědně a s láskou, tak ve výsledku je odměna víno s jedinečnou lahodností a chutí [24].



Obrázek 2 - Nejpěstovanější odrůdy bílého vína v ČR [4]

## 2.2 Červená vína

V našich červených vínech se snoubí temperament a vášně s klidem a pohodou. Jsou to vína za odměnu, vína pro přátele. Nejsou prvoplánově líbivá, žádají si od nás větší péči a chuť naslouchat jejich řeči. Umí ale odměnit nevšedním zážitkem.

Na rozdíl od červených vín z jihu se v našich červených vínech zrcadlí specifické středoevropské klima a půda. Cítíme v nich náš typický rybíz, višně, borůvky, povidla a další vůně a chutě, které jsou zde odedávna doma. Moravská a česká červená vína jsou jiná, nesrovnávejme je na základě vlastností, které nemají společné, ale hledejme kvalitu [34].

### 2.2.1 Výroba červeného vína

Červené víno obsahuje velké množství antioxidantů a zdraví prospěšných látek. Výroba červeného vína se značně liší od výroby bílého nebo růžového vína. Při výrobě červeného vína je cílem získat barvivo a tříslovinu, které tvoří složení vína [33].



Obrázek 3 - Servírování červeného vína



*Základní postupy výroby červeného vína*

1. Odzrňování a mletí červených hroznů – stejný postup jako u bílých hroznů. Dělá se na strojích, které potlačují bobule hroznů přes točící se plechový válec. Bobule hroznů se oddělují od trásní a padají přes otvory válce. Výsledným produktem, který jsme získali odzrňováním je kaše.
2. Kvašení – získaná kaše se nechává nakvášet. Při procesu kvašení se vytváří oxid uhličitý, který nadlehčuje hroznové slupky a proto se na povrchu kaše vytváří matolinový koláč. Aby byla tříslovina a výtažky z barviv dostačující musí být matolinový koláč s moštem v kontaktu.
3. Lisování – u červených vín se lisuje mladé víno, což je rozdíl od bílých vín, kde se lisuje mošt.
4. Tvorba vína – tady je velmi důležité jablečno – mléčné kvašení, kde se sníží obsah kyseliny jablečné na jemnější kyselinu mléčnou. Kyselina jablečná se odstraní pomocí mléčných bakterií. Červená vína po jablečno – mléčném kvašení dokáží zrát v dřevěném sudu, což je pro jejich proces mikrooxidace, která napomáhá při tvorbě vůně vína ideální nebo nerezové nádobě.
5. Stáčení vína – mladé víno se stáčí z kvasničných kalů
6. Zrání vína – jeho trvání je od několika týdnů po měsíce. Při procesu zrání dochází k různým chemickým reakcím, které tvoří charakteristickou vůni.
7. Filtrace – důležitá pro zachycení posledních nečistot
8. Plnění do lahví, nalepení etikety a víno je připravené do světa [33]

### 3 SLOŽENÍ HROZNŮ

Hrozen se skládá z třapiny a bobulí. Bobule sestává ze slupky, dužniny a semen. Vyzrállost a zdravotní stav všech těchto součástí má tento vliv na jakost vyrobeného vína. Pro výlisnost má výrazný význam struktura hroznu, která je dána poměrem dužniny k pevným částem hroznu.

Třapina tvoří 3-5% hmotnosti hroznu. Její chemické složení závisí především na odrůdě hroznu, dále pak na podmínkách stanoviště a zralosti. Obsah vody v třapině se pohybuje od 35% - 90% dále jsou přítomny cukry, kyseliny jablečná a vinná, třísloviny a rostlinná barviva. Na budoucí víno mají negativní vliv nevyzrálé třapiny, které se při zpracování snadno drtí a vyluhují do moštu. Hrozny s nevyzrálými, zelenými třapinami je nutné odstopkovat, aby se do moštu nevylouly třísloviny a zejména ne chlorofyl. Vyzrálé, zdřevnatělé třapiny na jakost vína mají jen malý vliv a při zpracování vyzrálých hroznů se v mnoha vinařských zemích odstopkování těchto hroznů nedělá, protože jejich přítomnost kladně ovlivňuje výlisnost.

Slupky činí 9-11% z celkové hmotnosti hroznů. Jejich složení je závislé na odrůdě a mají velký vliv na barvu, vůni, chuť a celkový odrůdový charakter vína. Obsahují cukry, kyseliny, třísloviny, barviva, aromatické látky, vosky, dusíkaté a minerální látky. Slupky bílých odrůd obsahují flavonová barviva a chlorofyl. V červených a modrých odrůdách jsou pak anthokyaniny u nichž poměr jednotlivých anthokyanů závisí na odrůdě. Vzhledem k tomu, že anthokyaniny jsou jen ve slupce, s výjimkou barvířek, u nichž jsou částečně i v dužnině, můžeme z modrých odrůd vyrobit i bílá nebo podle technologie růžová vína. Anthokyaniny se uvolňují z buněk slupky až po jejím umrtvení alkoholem, teplem nebo atmosférou CO<sub>2</sub>. Dále ve slupkách bobulí jsou koncentrovány aromatické látky, které z nich vyloučíme krátkým nakvašením po odzrnění hroznů. Dále je poměrně vysoký obsah tříslovin u modrých odrůd, ale i některých bílých (Saperavi). Pro zdravotní stav bobulí je významná vosková vrstva na povrchu, která ji chrání před přílišným odporem vody, při deštích chrání před rozmočením bobulí a konečně před infekcí choroboplodnými mikroorganismy.

Další pevnou součástí hroznu jsou semena, kterých bývá 1-4 v bobuli. Pokud bobule semena neobsahuje, bývá malá, tzv. hráškovitá. Pouze některé stolní odrůdy jsou vyšlechtěny na produkci bezsemenných plodů. Semena tvoří 3-4% z celkové hmotnosti bobulí. Významné složky jsou třísloviny (3-6%) a oleje (10-20%). Třísloviny jsou jemné a jsou vítány při vyloužení do červených vín. Oleje jsou žlutozelené až zelené barvy a jsou

velmi ceněny pro přípravu jemných kulinářských výrobků. Další rozpustné součásti jsou cukry, kyseliny, proteiny a poměrně vysoký obsah popelovin.

Dužnina pro nás z hlediska zpracování i přímé spotřeby je nejvýznamnější součástí. Tvoří průměrně 85-90% hmotnosti bobule. Z toho 5-8% tvoří svazky cévní, zbytek je mošt. Dužnina obsahuje hlavně cukry, glukosu a fruktosu, dále kyseliny jablečnou, vinnou jednak volné, jednak vázané převážně jako K-soli a Ca-soli, dusíkaté látky, pektiny, enzymy, minerální látky a vitamíny. Barviva a třísloviny jsou zastoupeny nepatrně a jejich množství závisí na odrůdě. Vnější část bobule je šťavnatější. Část vnitřní, která obsahuje silnější svazky cévní, je tužší. Konzistence dužniny závisí na obsahu pektinů, které jsou vítány u stolních hroznů. Pro moštové hrozny znamenají snížení výlisnosti a zvýšení obsahu methanolu ve víně. [5]

### 3.1 Chemické složení vína

Víno je z analytického hlediska velmi složitou maticí, kyselý roztok vody a alkoholu, ve kterém jsou přítomny různorodé látky o různém obsahu a o rozdílných koncentracích. Právě poměr a množství těchto látek vytváří soulad a vínu dávají charakteristické vlastnosti a chuť. Je důležité znát a kontrolovat přesné složení vína, protože ho můžou ovlivnit další nežádoucí faktory, jako zákal, sraženiny, přítomnost těžkých kovů nebo vyšší obsah těkavých látek, které mění jeho chuť a vůni [7,8].

#### 3.1.1 Kvantitativní znaky hroznů

O každé potravíně, která má být konzumována a plošně rozšířena, musíme znát všechny složky, ze kterých se skládá. Správnou technologii zpracování můžeme určit pouze pokud dobře známe složení potraviny. U vinařství jde zejména o složení hroznů. Hrozny určené pro výrobu vína mají jiné složení než hrozny, které jsou určené k přímé konzumaci (tzv. bobulový index). Na tento jednoduchý fyzikální test pak navazuje mnoho fyzikálně – chemických rozborů na zjištění množství antokyaninů, polyfenolů a ostatních barviv a chemických látek.

Pouze hrozny s optimální kvalitou mohou být použity pro výrobu vína. Tu ovlivňuje spousta faktorů, např. půda, stanoviště, mikroklima atd.

Analytickými parametry a senzorickými parametry lze posuzovat kvalitu hroznů. Analytickými parametry jsou cukernatost, pH, obsah kyselin, extrakt. Aromatická a fenolická zralost jsou senzorické parametry [23].

#### Chemické složení hroznů

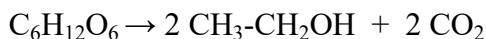
- Voda 780 – 850 g.l<sup>-1</sup> (75 – 80%)
- Kyseliny 6 – 15 g.l<sup>-1</sup> (0,3 – 1,2%)
- Sacharidy 120 – 250 g.l<sup>-1</sup> (0,3 – 0,5%)
- Minerální látky 2,5 – 5 g.l<sup>-1</sup> (1,2 – 2,5%)
- Dusíkaté látky 0,2 – 1,4 g.l<sup>-1</sup>
- Polyfenoly 0,1 – 2,5 g.l<sup>-1</sup> (1 – 2%)
- Aromatické látky odrůdově variabilní

#### 3.1.2 Voda

V bobulích hroznů je hlavní složkou právě voda a pro všechny ostatní látky plní funkci jako rozpouštědlo. Při přezrávání nebo při zhoršené kvalitě hroznů dochází k většímu odparu vody, a tím dochází k zahušťování bobule. Pro výslednou kvalitu produktu, je pro vinaře tento jev velmi oblíbený. Důležitou podmínkou je, aby byl hrozen dostatečně vyzrálý. Biochemické procesy potřebují dostatek vody, jinak neprobíhají, nebo probíhají značně omezeně [19].

#### 3.1.3 Alkoholy

Po vodě, která se ve víně nachází v největším zastoupení a pro chemické reakce je významným prostředím pro průběh chemických reakcí látek, které probíhají v průběhu zrání bobulí, fermentace a výroby vína je etanol. Etanol je jedním z produktů fermentace cukrů vinnými kvasinkami. Tuto reakci lze obecně vyjádřit Gay-Lussacovou rovnicí:



Množství etanolu, které vznikne při produkci vína, přímo souvisí se zralostí hroznů, sluneční expozicí, klimatických podmínkách a druhu použitých kvasinek. Je důležitým jakostním kritériem [10, 11].

Metanol – vzniká odbouráváním pektinů. Jeho zvýšení se projevuje jen u nakvašených rmutů červených vín. V červených vínech je zastoupen mezi 60 – 230 mg.l<sup>-1</sup>, v bílých vínech mezi 17 – 100 mg.l<sup>-1</sup>.

Vyšší alkoholy – mají velký význam pro aroma vín, i když jsou zastoupeny v malém množství. Jedná se o tzv. sekundární produkty kvašení, které vznikají opětovným odbouráváním cukrů během kvašení.

Glycerol a 2,3-butandiol – dávají vínu plnost a jsou známkou proběhlého kvasného procesu [12].

### 3.1.4 Sacharidy

Na začátku zrání hroznového moštu převládá monosacharid glukóza, ale na konci zrání se poměr glukóza : fruktóza vyrovnává na 1:1. Pouze u přezrálých hroznů se může být více glukózy než fruktózy a to z důvodu, že fruktóza je více oxidovatelná [1].

Jako další cukr, který je možné nalézt ve víně, v malých koncentracích je sacharóza. Vyskytuje se v bezvýznamném množství v bobulích hroznů a během fermentace je rozložena na glukózu a fruktózu. Některá vína ji přesto obsahují, protože vinařský zákon dovoluje její přidání při zvyšování cukernatosti moštů. To však neplatí pro jakostní vína, kde je zakázáno zvyšování cukernatosti [13, 15].

Pentózy, které jsou nezkvasitelné a jsou ve víně obsaženy v malých koncentracích, ovlivňují hodnoty při analytickém stanovování cukrů zpravidla 0,5 – 1 g/l. Polysacharidy jsou nežádoucí a mohou způsobovat potíže při filtraci vína [12].

### 3.1.5 Minerální látky

Popeloviny jsou do rostliny přijímány kořenovým systémem spolu s vodou a menší mírou i listovou plochou. Pro výživu a výstavbu rostliny jsou jednou z hlavních složek. Množství těchto látek souvisí na druhu půdy, vyzrálosti, hnojení, odrůdě a počasí. Množství minerálních látek je závislé na vlhkosti, čím větší je sucho, tím nižší je obsah minerálních látek.

V přírodě jsou nejdůležitějšími minerálními látkami ovlivňující buněčný metabolismus a úspěšné kvašení moštu draslík, hořčík, vápník a sodík. Ve stopových množstvích jsou pak obsaženy bór, křemík, mangan a zinek. Obsah železa se pohybuje okolo 1 – 7 mg.l<sup>-1</sup> a je

přímo závislý na styku s železnými částmi přímo v procesu výroby, a tím se jeho koncentrace přímo zvyšuje [14].

Obsah jednotlivých minerálních látek v hroznech a konečném víně, je tedy ovlivněn půdou a s tím spojenou schopností hroznů přijmout minerální látky, jednotlivými fázemi výroby vína a zařízeními používanými během těchto procesů, úpravami vína, jako je číření nebo filtrace a samozřejmě také přepravou, skladováním a stáčením produktu [26].

Koncentrace minerálních látek je dále ovlivněna použitými insekticidy, fungicidy a živinami, které se používají ve vinohradech. Dalším zdrojem minerálních látek mohou být environmentální emise [27].

Minerální látky se účastní fyzikálně-chemických a biochemických procesů. Kvasinkami jsou během fermentace absorbovány a následně v průběhu kvašení a procesech číření vína jsou vysráženy [28]. Tyto procesy odstraňují látky vyvolávající nežádoucí příchutě, napomáhají fermentaci a zvyšují její rychlost. Procesem číření jsou značně eliminovány toxické látky olovo a kadmium. Zvýšené koncentrace nežádoucích elementů ve většině případů vznikají v důsledku kontaminace při post fermentačních procesech a mezi hlavní zdroje patří kontakt se zařízeními, která nebyla vyrobena z nerez oceli a z nečistot v čířidlech a filtračních mediích [26].

Proces výroby vína může v konečném produktu ovlivnit obsah minerálních látek. Z technologického hlediska se jedná hlavně o časový úsek zpracování hroznů, po který probíhá macerace slupek. Je prokázáno, že koncentrace některých prvků (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, V a Zn) při kvašení a školení vína klesá a naopak se zvyšuje (Cd, Cr, Pb, Al, Cr, Fe, Ni, Pb) z důvodu kontaminace vína [29].

### ***Významné prvky obsažené ve víně***

Prvenství v zastoupení aniontů ve víně mají fosforečnany, sírany, anionty chlóru a kyseliny borité. Z půdy jsou v malém množství odebrány sírany jako zbytky draselných, dusíkatých a hořečnatých hnojiv, naopak v největším množství se zejm. u bílých vín dostávají do vína procesem síření. Fosforečnany jsou součástí matečných hornin a do přijatelné formy se dostávají půdotvornými procesy [31].

Anionty chlóru se do vína mohou dostat při hnojení draselnými solemi a jejich následným rozkladem. Dále se může vyskytovat i ve vínech pocházejících ze zasolených půd [31].

Koncentrace iontů chloridových, síranových a fosforečných jsou zákonem limitovány. Tyto limity poukazují především na zákaz přidávání příslušných minerálních kyselin (HCl,

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Naopak zákonem povolené zdroje těchto aniontů ve víně jsou pomocné látky, jako je thiamin hydrochlorid, síran měďnatý a hydrogenfosforečnan amonný [30].

Draslík je velmi důležitým prvkem pro vinnou révu, která napomáhá ve slupce hroznů udržovat osmotickou rovnováhu a tím chrání před jejich poškozením [7]. Draslík je přirozenou součástí plodů a jeho množství ve víně ukazuje úroveň révy v závěrečné fázi zrání plodů [26].

Nežádoucími prvky ve víně ve vyšších koncentracích jsou měď a železo, pro jejich katalyzující oxidační reakce, které způsobují zakalení a pozměňují chuť vína [7].

Vápník je ve víně obsažen ve stálých hodnotách, jeho případné zvýšení koncentrace lze přičíst skladování vína v cementových nevyztužených nádobách, plasteringu nebo neutralizaci po přidavku CaCO<sub>3</sub> [7]. V některých vínech může vyšší hladina vápníku tvořit sraženiny vinanu vápenatého, který představuje vedle tvorby KHT (sraženiny hydrogenvivanu draselného) další typ krystalického zákalu [26].

Měď při vyšších koncentracích má důležitou roli v katalytické oxidaci vinných polyfenolů. Dále je měď a jeho komplexy aktivnější než železo a jim vytvářené komplexy. Koncentrace hliníku je jak v případě vinné šťávy, tak i vína zvýšená vzhledem k použití bentonitu a v menší míře také z kontaktu s hliníkovými povrchy při výrobním procesu. Kadmium se ve víně vyskytuje přirozeně v nízkých koncentracích a během alkoholového kvašení je téměř eliminováno [26].

Největší kontaminace olova pochází z technologických zařízení, ale pouze malé množství se dostává do konečného vína, neboť většina přítomného olova je během fermentace a po ní vysrážena [7]. Naproti tomu vína uložená v betonu nebo voskovaném dřevě vykazují výrazně vyšší koncentrace olova ve srovnání se šťávou a vínem uloženým v nerez oceli. Konečnou koncentraci olova ve víně dále ještě ovlivňuje číření bentonitem nebo filtrování křemelinou [26].

### 3.1.6 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou ve víně zastoupeny v anorganické formě, jako amonné ionty a v organické formě, jako biogenní aminy, aminokyseliny, bílkoviny a vitamíny. Tyto látky jsou především výživa pro kvasinky ve vinném moštu, kde jsou brány jako nejvýznamnější amonné ionty a volné asimilovatelné aminokyseliny. Biochemickými přeměnami aminokyselin během zpracování moštu vzniká velké množství organolepticky významných

látek. Celkové množství dusíkatých látek v moštu je ovlivněno odrůdou, ošetřováním půdy, napadením houbovými chorobami, zimním řezem a zelenými pracemi [14].

Celkový obsah těchto látek se ve víně v závislosti na odrůdě pohybuje v rozmezí 250-4500 mg.l<sup>-1</sup> [12].

### 3.1.7 Polyfenoly

Fenolické látky bývají často označovány jako jedna skupina tríslovin a barviv. Polyfenoly dávají vzniknout sytě červené barvě, proto jsou velmi významné a důležité zejména při výrobě červených vín. U bílých vín není koncentrace fenolů tak vysoká a nevytvářejí antokyaninová barviva [9].

Z chemického hlediska je lze rozdělit do 5 skupin:

- Antokyany
- Flavony
- Fenolické kyseliny a katechiny
- Kondenzované trísloviny
- Exogenní trísloviny [9].

Polyfenoly ovlivňují průběh stárnutí moštu a vína, jímavost kyslíku, barvu a hořkost vína [12].

### 3.1.8 Aromatické látky

Aromatické látky, jsou látky, které vínu dávají jeho charakteristickou tvář. Je to první dojem, který člověk pocítí při setkání s vínem. Jedná se o jeden z nejdůležitějších kvalitativních prvků.

Aromatické projevy chemických látek při genezi mladého vína:

Primární hroznové aroma - jedná se o látky, vyskytující se v neporušených částech bobulí. Při zpracování hroznů jsou tyto aroma nejvýraznější a tím, že nepřežívají kvasný proces, nedostanou se do výsledného produktu. Mohou se ale objevit tzv. aromatické prekurzory, které mohou přecházet přímo do vína, ale většinou pouze podpoří jemnější aromatu hroznového typu.

Sekundární hroznové aroma – při pokročilejším zpracování a v čerstvém moštu při chemických a enzymaticko-chemických látek vznikají právě tyto aroma. Jedná se o látky,



kteřé jsou velmi citlivé na teplotu. Velmi intenzivní vůně můžeme získávat při vyšších teplotách, ale mají nestabilní charakter, a proto se ve velmi krátké době vytrácejí.

Kvasné (fermentační) aroma – pomocí kvasných reakcí vznikají aromatické látky. Velmi důležité je hlídat si teplotu, obsah tříslovin a kyselin u aromatických červených vín. Právě tyto látky mají přímý vliv na množství a intenzitu aromatických látek a jejich trvanlivost.

Buket vyzrálého vína – tyto aromatické látky s nižší intenzitou, ale mnohonásobně vyšší trvanlivostí vznikají postfermentačními chemickými procesy. Typickým příkladem je Ryzlink rýnský. Hroznová vůně je snadno zaměnitelná, kvůli své nevýraznosti. Fermentační buket bývá velmi často spojen s dvěma charakteristickými projevy. Jedním z nich je vůně meruněk nebo slabě květinové vůně lipového květu. Po jednom až dvou letech se zpravidla ztrácí vůně meruněk a víno je tenké bez osobitého projevu, proto je toto víno označováno jako ročníkové bez potenciálu zrání. Naopak mnohem stálejšího charakteru je lipové aroma, které na vhodných stanovištích dokáže postupem času přejít v kouřové až petrolejové tóny, ve světě velmi vzácné [16].

## 4 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA JAKOST A ZDRAVOTNÍ NEZÁVADNOST RÉVOVÝCH VÍN

Za víno se označuje produkt, který byl získán výhradně úplným nebo částečným alkoholovým kvašením hroznového moštu nebo rmutu z odrůd vinné révy registrované ve Státní odrůdové knize. Je velmi žádaným nápojem pro svou charakteristickou chuť, barvu a vůni. Podléhá příslušným zákonům jako kontrolovaná potravinářská komodita. Pouze víno pocházející výhradně z hroznů révy vinné rodu *Vitis vinifera L.*, může být označeno jako víno révové, ostatní nápoje mohou být vínu jen podobné. Je zakázáno používat při výrobě vína látky nebo postupy ovlivňující jeho základní vlastnosti a to dle platných vinařských předpisů [46].

Vinařský zákon je základním předpisem regulujícím české vinohradnictví a vinařství. Se vstupem České republiky do Evropské unie nabylo na našem území účinnosti nařízení Rady (ES) č. 1493/1999 doplněné řadou nařízení Komise (ES) a specifikované na našem území předpisem: Zákon o vinohradnictví a vinařství č. 321/2004 Sb.. Většina ustanovení tohoto zákona vychází z příslušných právních předpisů Evropské unie. Jednou z hlavních příčin jeho zavedení, byla snaha zohlednit evropskou legislativu na rozdíl od předchozího Zákona č. 115/1995 Sb., o vinohradnictví a vinařství, který spoustu záležitostí neupravoval nebo je dostatečně neformuloval. Zákon byl mnohokrát novelizován, až do současné podoby Zákona č.321/2008 Sb.

Zákon o vinohradnictví a vinařství č. 321/2004 Sb. se zabývá obecným ustanovením, vymezením základních pojmů a určuje pravidla vinohradnictví. Vymezuje povinnosti výrobců vín, enologické postupy při výrobě vín podle jakosti do jednotlivých kategorií, klade požadavky na jednotlivé složky obsažené ve víně a jeho uvádění do oběhu. Dále rozděluje víno domácího původu uváděné do oběhu podle minimální cukernatosti hroznů nebo přirozeného obsahu alkoholu do jednotlivých jakostních skupin na stolní víno (dle podmínek i zemské víno), jakostní víno, jakostní víno s přívlastkem, šumivé víno, likérové víno a víno originální certifikace (V.O.C.)

Obsah alkoholu je důležitým jakostním kritériem souvisejícím s obchodní hodnotou vína. Stanovuje se jeho skutečný, možný, celkový a přirozený obsah ve víně. Stupeň jakosti vín udávají zákonné mezní hodnoty pro obsah alkoholu [12].

Zákon o vinohradnictví a vinařství má dvě vyhlášky. Vyhláška č. 323/2004 Sb., stanovuje mimo jiné fyzikální, smyslové a chemické požadavky na jakost vín, včetně seznamu chorob a vad vína týkajících se barvy, vzhledu, chuti, vůně a perlení vína. V neposlední

řadě popisuje podrobnosti týkající se označování vín a podrobný způsob odběru vzorků pro zařídění vína. Vyhláška č. 324/2004 Sb. stanovuje seznam vinařských podoblastí, vinařských obcí a viničních tratí [15].

Orgány veřejné správy pověřené sledováním chování subjektu vykonávají správní dozor a v případě, že narazí na rozpor aplikují nápravné nebo sankční prostředky, jimiž zajistí ochranu všech spotřebitelů [47].

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) je státním dozorem nad jakostí révových vín a nad vinicemi a sadbou provádí dozor Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) v České republice.

SZPI je organizační složka státu, která je přímo podřízená ministerstvu zemědělství. Je orgánem státního dozoru zejména nad zdravotní nezávadností, jakostí a řádným označováním potravin [25].

ÚKZÚZ je správním úřadem podřízeným ministerstvu České republiky ustanoveným zákonem č. 147/2002 Sb., o Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském a o změně některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů [48].

## 5 AUTENTICITA

Autenticita, ve vinařství nazvaná jako „terroir“. Terroir je z francouzského jazyka půda nebo země, ale používá se v přeneseném významu spíše jako „rodná hrouda“. Terroir viticole je viniční trať. Dle vinařského slovníku je to ucelené území v jedné nebo více vinařských obcích v téže vinařské oblasti, které je vymezeno souborem pozemků a částí pozemků, a které pro svou geografickou polohu, svažitosť, délku oslunění a půdně-klimatické vlastnosti je vhodné pro pěstování révy [17].

Příslušnými státními orgány jsou vydány směrnice, na jejich základě jsou přísně kontrolovány vinné složky, jako etanol, oxid siřičitý, organické kyseliny, sacharidy, nežádoucí těžké kovy, či parametry barvy, chuti a pH. Tyto směrnice zahrnují oficiální sensorické stanovení a chemickou analýzu vín. Jejich hlavním úkolem, je zabezpečit, aby se ke konzumentovi dostaly kvalitní nefalšovaná vína [18].

### 5.1 Metody používané k určení autenticity

Nejstarší metoda, prováděná proškolenými pracovníky, která ovšem nedokáže přesně určit původ vína je sensorické stanovení vína. K přesnému identifikování látek a k provedení chemické analýzy se používají instrumentální analytické metody. Analytických metod je nyní už celá řada. Metody, které se k určení používají, jsou rychlé a dokážou detekovat i velmi nízké, stopové koncentrace prvků, které mohou být pro konkrétní víno tzv. otiskem. Analýza vín je převážně založena na stanovení aminokyselin, stabilních izotopů a těkavých látek. Stanovení obsahu konkrétních minerálních látek ve víně, tedy sestavení minerálního profilu je důležitý krok k určení přesného původu. Na toto stanovení se používá tzv. stopová, elementární, prvková analýza.

Pro určení autenticity a pro elementární analýzu vína jsou vhodné metody hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS), atomová absorpční spektrometrie (AAS), atomová emisní spektrometrie (AES), atomová emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-AES), infračervená spektrometrie (IR), nukleární magnetická rezonance (NMR) a plynová chromatografie (GC) [7, 45].

## 5.2 Falšování vín

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) aktuálně akreditovala novou laboratorní metodu, pomocí které bude možné identifikovat vína falšovaná přidáním syntetických aromatických látek.

Aromatické složky do vína přirozeně vstupují z hroznů révy vinné a další se dotváří během fermentace a procesu zrání. Přidání umělých – syntetických – aromat náleží k nepovoleným postupům při výrobě vína. Syntetická aromata je možné legálně prodávat a jejich použití je v řadě potravinářských odvětví povoleno, ve vinařství nikoliv.

Od roku 2014 inspektoři SZPI specializovaní na kontrolu vína prostřednictvím profesionální degustace zjistili řádově desítky vín, která přes zákaz syntetická aromata obsahovala. Mezi nejčastěji tímto způsobem falšované odrůdy patřila Pálava. U těchto vín degustátoři konstatovali patrné syntetické broskvové aroma.

Z důvodu zefektivnění úřední kontroly SZPI zavedla do své kontrolní praxe metodu stanovení tzv. gama-laktonů pro odhalování falšování vína přidavkem syntetického aroma metodou chirální plynové chromatografie s hmotnostní detekcí. Tento laboratorní postup zavedl odbor zkušební laboratoře SZPI Brno, který se dlouhodobě specializuje na odhalování falšování vín pomocí laboratorních analýz [25].

## 6 HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE S INDUKČNĚ VÁZANÝM PLAMENEM (ICP-MS)

Obsah stopových množství jednotlivých prvků v analyzovaném vzorku stanoví analytická metoda ICP – MS, neboli hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Jedná se o velmi citlivou metodu, která je schopna analyzovat téměř všechny prvky od lithia po uran s citlivostí od jednotek ppt po stovky ppm. ICP – MS je vynikající svými detekčními schopnostmi a vysokou citlivostí hlavně pro prvky vzácných zemin. Vzhledem k těmto schopnostem je vhodnou metodou k ověřování autenticity vín, podle jejich jejich geografického původu za předpokladu, že půda obsahuje určité množství minerálních prvků a právě tyto prvky se v regionech a vinařských oblastech liší.

ICP – MS jde obecně využít ve všech oblastech prvkové analýzy, od analýzy kontaminantů v potravinářství, charakterizaci minerálů a hornin, multielementární stopovou analýzou vzorků pocházejících z životního prostředí, v biologických aplikacích (rozbory organických tkání a tekutin), nebo v medicíně [20, 22].

### 6.1 Princip ICP-MS

ICP (Inductively Coupled Plasma) je iontový zdroj, který zajistí ionizaci prvků vzorku, slouží tedy k převedení neutrálních molekul analytu na nabitě částice – ionty. Do hmotnostního analyzátoru jsou přes interference vedeny tyto vzniklé ionty, kde dochází k jejich separaci podle jejich  $m/z$ , detekci a vyhodnocení [21].

### 6.2 Instrumentace

Vlastní hmotnostní spektrometr zahrnuje peristaltické vícekanálové čerpadlo, zmlžovač, mlžnou komoru, iontový zdroj, expanzní komoru, iontovou optiku, případně kolizní celu, hmotnostní analyzátor, iontový detektor a další zařízení (počítač, řídicí systém, chladicí a ventilační systémy, automatický dávkovač) [32].

### 6.3 Interference

U prvkové hmotnostní spektrometrie patří mezi základní problémy hlavně zajištění stavu, aby zaznamenané spektrum v co možná největším rozsahu ukazovalo pouze zkoumaný

vzorek. U ICP-MS se ukazují interference, a to buď spektrálního, nebo nespektrálního rázu [35].

### 6.3.1 Spektrální interference

Spektrální interference jsou způsobeny atomovými nebo molekulovými ionty, které překrývají jiné nabitě částice. Častým problémem spektrální interference jsou kvadrupólové analyzátoři, které disponují pouze omezeným hmotnostním rozlišením. Spektrální interference mají izobarické a polyatomické interference a interference dvojnásobně nabitých částic jako své hlavní zdroje [35].

### 6.3.2 Nespektrální interference

Z hlediska ionizačních efektů obecně platí, že signál izotopově lehkého analytu v izotopově těžké matrici je potlačen ve větší míře, než signál izotopově těžšího analytu v matrici izotopově lehčí. Dochází k rozptylu lehčích iontů a tedy k jejich úbytku, z důvodu, že těžší ionty více ovlivňují lehčí ionty. Z praxe je rovněž známé i zesílení signálu některých prvků přítomností polárních sloučenin uhlíku, hlavně kyseliny octové a nižších alkoholů. Toto zesílení signálu pravděpodobně pochází z dokonalejší ionizace srážkami s atomy uhlíku. Nespektrální interference vyvolané prostorovým nábojem iontů se nazývají jako space charge efekt. K eliminaci nespektrálních interferencí jsou nejčastěji používány metody standardního přídatku, vnitřních standardů nebo izotopového ředění [37].

K výběru inertních standardů se obvykle používají kritéria:

- Nejsou přítomny ve vzorku.
- Spektrálně spolu neinterferují matrice vzorků nebo analytické elementy
- Obvykle jsou seskupeny s analytickými prvky podobného rozsahu a hmotnosti
- Použité prvky nemohou kontaminovat životní prostředí
- V plazmě se chovají podobně, pro svůj podobný ionizační potenciál

Jako příklady inertních standardů můžeme uvést tyto prvky  $^9\text{Be}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{74}\text{Ge}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{103}\text{Rh}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{169}\text{Tm}$ ,  $^{175}\text{Lu}$ ,  $^{187}\text{Re}$  a  $^{232}\text{Th}$  [36].

## 6.4 Metody úpravy vzorků

Před použitím metody ICP-MS je nutné vzorky vína upravit z důvodu snížení matrix efektu a tedy i možné interference. Kromě stanoveného analytu, zahrnuje matrice všechny přítomné složky ve vzorku. Na zvolené vhodné instrumentální metody má vliv typ matrice a tím i vliv na výsledky, které získáme. Výsledky mohou být ovlivněny ostatními složkami, mimo měrné složky [38].

Dosažení vhodnější konzistence, zvýšení homogenity a snížení viskozity je smysl pro přípravu vzorku. Ještě důležitější jsou hlediska chemická, především uvolnění analytu z různých vazeb a forem a odstranění složek, které mohou při měření interferovat.

Důležité je překonat vysokou aktivační energii při její destrukci, aby mohl proběhnout rozklad organické hmoty [39].

Ředění vzorku kyselinou dusičnou se jeví jako nejvýhodnější úprava vzorku. Kyselina dusičná zajišťuje stabilitu analyzovaného roztoku. Míru matrix efektu snižuje použití faktoru s vysokým ředěním. Ten by ovšem mohl brzdit stanovení stopových prvků. U vysoké detekční schopnosti ICP-MS je možné ředění 1:10 [40, 42].

Konvenční, mikrovlnná či ultrafialová asistovaná mineralizace se jeví jako stejně výhodná úprava. U této úpravy hrozí možná kontaminace z důvodu nedostatečné čistoty činidel a jejich velká spotřeba. Mikrovlnný rozklad je proti konvenční mineralizaci velmi výhodný. Vzorek je při této metodě úpravy vystaven teplotě, tlaku a mikrovlnnému ozařování. Výhodou je nízká časová náročnost a pouze použití kyseliny dusičné a peroxidu vodíku jako činidel [41, 43].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 VZORKY A MĚŘENÍ

V praktické části této diplomové práce byly dodrženy všechny zásady nutné při stopové analýze. Všechno nádobí a laboratorní pomůcky, které byly během úpravy vzorků a jejich následnému měření na ICP – MS použity, byly předem myty a louhovány v lázni 10 % kyseliny dusičné a redestilované vody. Následně byly vysušeny v sušárně a uchovávány v polyethylenových sáčkách, aby bylo zabráněno případnému znečištění. Po celou dobu bylo pracováno s redestilovanou vodou, což je voda, která je zbavena veškerého organického znečištění a iontů, které by následně mohly negativně ovlivnit výsledek analýzy.

Při stopové analýze je také nutné pracovat pouze s chemikáliemi, které jsou pro tuto analýzu určeny. Tyto chemikálie odpovídají požadované čistotě, která je jak již bylo zmíněno při stopové analýze nezbytná. V této diplomové práci bylo pracováno s 65 – 69 % kyselinou dusičnou a peroxidem vodíku určené pro stopovou analýzu, jakožto pomocné oxidační činidla při mikrovlnném rozkladu vzorků.

### 7.1 Charakteristika úpravy vzorků

#### 7.1.1 Původ vzorků

V této diplomové práci byly analyzovány vzorky bílých vín z vinic v okolí Znojma a vinic Soví hora a Polešovice z oblasti Uherského Hradiště.

Všechny analyzované vína jsou vyrobeny výhradně z vinné révy, která byla pěstována na vinicích v České republice.

#### 7.1.2 Mikrovlnný rozklad vzorků

U analytické metody ICP – MS bylo nutné provést úpravu vzorků před jejich samotným měřením. Pro tuto metodu je úprava vzorků z hlediska eliminování interferencí velmi důležitá. Tato úprava spočívala v mikrovlnném rozkladu jednotlivých vzorků. Mikrovlnný rozklad je nejpoužívanější metoda úpravy vzorku při stopové analýze, při které dochází k rozkladu organických látek přítomných ve vzorku.

Bylo použito 6 mineralizačních patron ke každému rozkladu, z kterých byla vždy jedna patrona jako slepý pokus, kdy rozkladná směs obsahovala 1 ml redestilované vody, 3 ml

kyseliny dusičné a 0,5 ml peroxidu vodíku. Do dvou patron bylo k výše uvedeným chemikáliím naváženo 0,1 g zelené řasy, jakožto certifikovaného materiálu používaného pro kontrolu jakosti. Ve zbývajících třech patronách byl rozkládán vzorek, kdy se rozkladná směs skládala z 1 ml analyzovaného vzorku vína, 3 ml kyseliny dusičné a 0,5 ml peroxidu vodíku. Takto připravené vzorky byly následně rozloženy v rozkladném mikrovlnném laboratorním systému MLS 1200 mega. Mineralizace probíhala dle předem naeditovaného programu, kde jsou přesně definovány jednotlivé kroky.

Vzniklý mineralizát byl kvantitativně převeden do 50 ml odměrných baněk a následně doplněn na celý objem redestilovanou vodou po rysku.

## 8 VÝSLEDKY A DISKUZE

Ze znojenské oblasti bylo testováno celkem 12 vzorků vína a z oblasti Uherského hradiště 2 vzorky vína. Byly zvolené dvě rozdílné oblasti, aby se mohlo vyhodnotit množství stopových prvků obsažených ve víně i na základě jiného geologického podloží.

Další faktory, které se mohou podepsat na výsledných koncentracích jednotlivých izotopů prvků je zejména chemická ochrana pesticidy, případně kontaminace při výrobě vína.

Po úpravě všech vzorků, přípravě kalibračních roztoků, provedení kalibrace a optimalizaci přístroje na hmotnostním spektrometru s indukčně vázaným plazmatem ICP – MS byly vzorky podrobeny analýze. Celkem bylo měřeno 14 vzorků, ve kterých byly hledány koncentrace kovových iontů v jednotkách ppb [ $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ]. Každý vzorek byl měřen dvakrát vedle sebe, přičemž z výsledných koncentrací byla vypočtena průměrná hodnota a její směrodatná odchylka.

Naměřené koncentrace jednotlivých kovových prvků společně s jejich směrodatnými odchylkami jsou uvedeny v Tabulce 1 - 4.

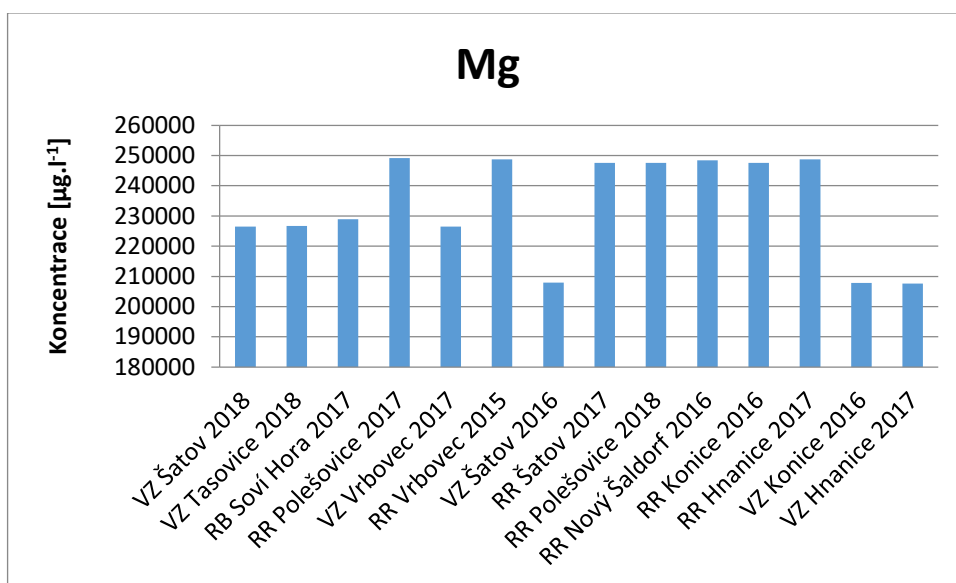
V Tabulce 5 je uvedený obsah těžkých kovů ve víně a jejich limity ve víně v porovnání různých zdrojů.

Tabulka 1 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína

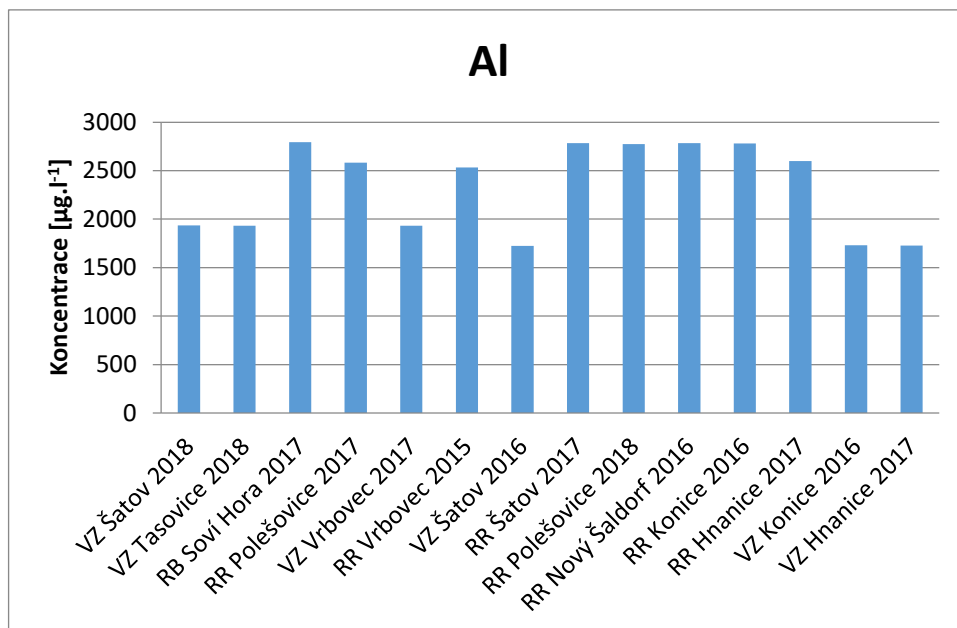
Vzorek	<sup>24</sup> Mg [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>27</sup> Al [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>44</sup> Ca [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>48</sup> Ti [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>51</sup> V [μg.l <sup>-1</sup> ]
Veltlín zelený, Šatov, 2018	226500 ±428,17	1935 ±21,2	3321 ±11,2	1,367 ±0,2	11,13 ±1,2
Veltlín zelený, Tasovice, 2018	226736 ±464,23	1933 ±23,3	3324 ±12,3	1,321 ±0,2	10,56 ±1,3
Rulandské bílé, Soví Hora, 2017	228905 ±399,07	2794 ±30,8	2571 ±10,5	1,354 ±0,1	20,47 ±1,2
Ryzlink rýnský, Polešovice, 2017	249111 ±460,37	2583 ±21,8	1455,57 ±11,1	1,300 ±0,2	11,74 ±1,1
Veltlín zelený, Vrbovec, 2017	226501 ±363,98	1933 ±19,2	1991 ±12,4	1,378 ±0,1	10,99 ±1,2
Ryzlink rýnský, Vrbovec, 2015	248682 ±369,12	2534 ±33,3	1435 ±12,5	1,311 ±0,1	12,54 ±1,2
Veltlín zelený, Šatov, 2016	207987 ±434,72	1725 ±14,9	2576 ±12,1	1,311 ±0,2	10,01 ±1,3
Veltlín zelený, Šatov, 2017	247563 ±461,00	2784 ±17,8	2590 ±11,7	1,365 ±0,1	12,24 ±1,2
Ryzlink rýnský, Šatov, 2018	247564 ±397,84	2774 ±21,5	1943 ±12,8	1,348 ±0,2	12,34 ±1,2
Ryzlink rýnský, Nový Šaldorf, 2016	248400 ±387,39	2784 ±25,2	1931 ±11,9	1,362 ±0,2	11,74 ±1,1
Ryzlink rýnský, Konice, 2016	247564 ±412,32	2781 ±18,1	2571 ±13,1	1,365 ±0,2	12,14 ±1,1
Ryzlink rýnský, Hnanice, 2017	248682 ±444,31	2600 ±19,7	1943 ±13,2	1,348 ±0,1	12,54 ±1,1
Veltlín zelený, Konice, 2016	207800 ±420,24	1731 ±15,3	2000 ±11,4	1,322 ±0,2	10,81 ±1,2
Veltlín zelený, Hnanice, 2017	207676 ±429,08	1726 ±31,0	1931 ±12,1	1,300 ±0,2	10,41 ±1,3

Kovové prvky hořčík, hliník a vápník, jsou často ve velkém měřítku obsaženy v půdě, proto jsou ve vzorcích vína naměřeny ve vysoké koncentraci. Pokud se zaměříme na půdní makroprvek hliník, jsou koncentrace u vzorku vína VZ (Šatov 2018), VZ (Tasovice 2018), VZ (Vrbovec 2017), VZ (Šatov 2016), VZ (Konice) 2016 velmi podobné a stejně tak koncentrace hliníku ve vzorcích RB (Soví Hora 2017), RR (Polešovice 2017), RR (Vrbovec 2015), VZ (Šatov 2016), VZ (Šatov 2017), RR (Šatov 2018), RR (Nový Šaldorf 2016), RR (Konice 2017) . Rozdíl mezi koncentracemi hliníku mezi těmito dvěma skupinami může být v použití hnojiv, kdy v první skupině byly použity hnojiva s vyšší koncentrací hliníku.

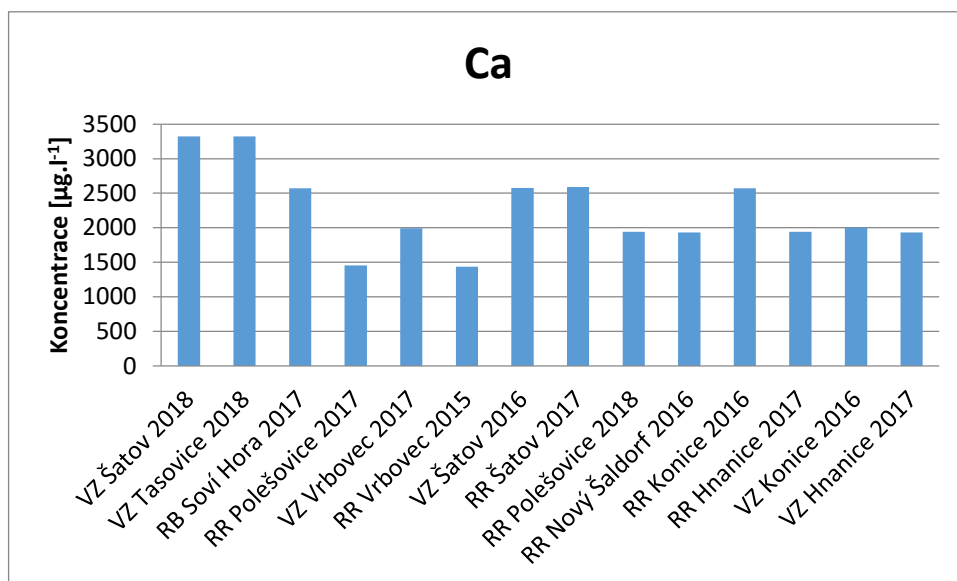
Nejnižší koncentrace hořčíku a hliníku byly naměřeny ve vzorcích VZ (Šatov 2016) a VZ (Konice 2016) a vápník ve vzorcích RR (Polešovice 2017), RR (Vrbovec 2015), což může být vysvětleno buď použitím jiného chemického ošetření, větší srážkovostí, nebo v případě vzorku RR (Polešovice 2017) jiného geologického podloží.



Obrázek 4 - Naměření koncentrace hořčíku ve vzorcích vína

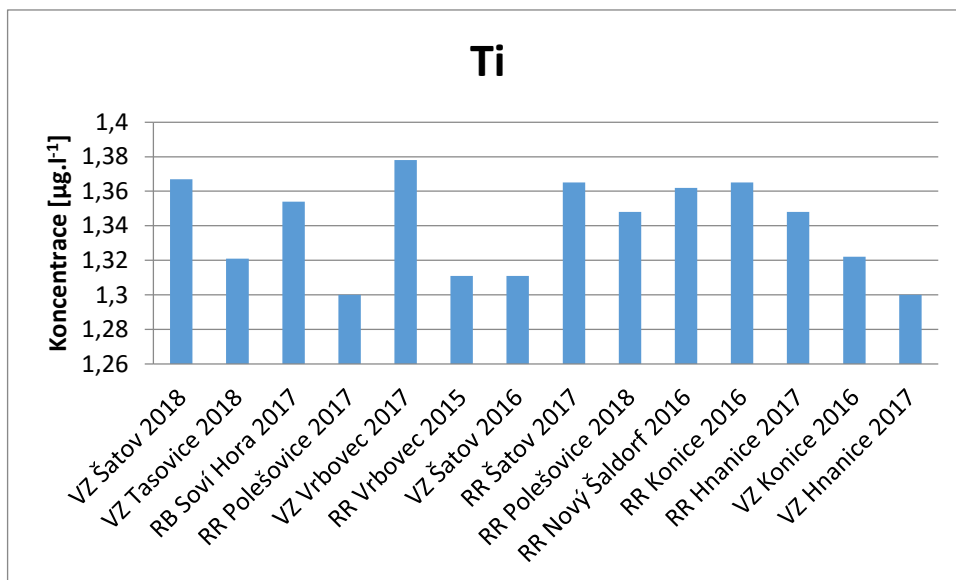


Obrázek 5 - Naměření koncentrace hliníku ve vzorcích vína

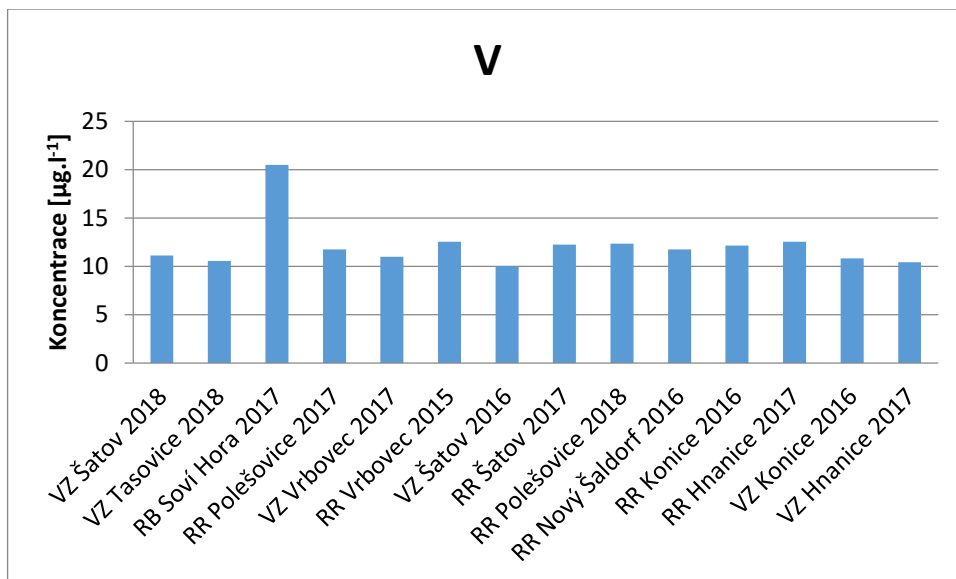


Obrázek 6 - Naměření koncentrace vápníku ve vzorcích vína

U měřeného prvku titanu je vidět koncentrace ve vzorcích velmi podobná a poměrně nízká. U vanadu jsou koncentrace téměř všech vzorků velmi podobné, odlišuje se pouze vzorek vína RB (Soví Hora 2017), což může být způsobeno např. odlišností odrůd vín.



Obrázek 7 - Naměření koncentrace titanu ve vzorcích vína



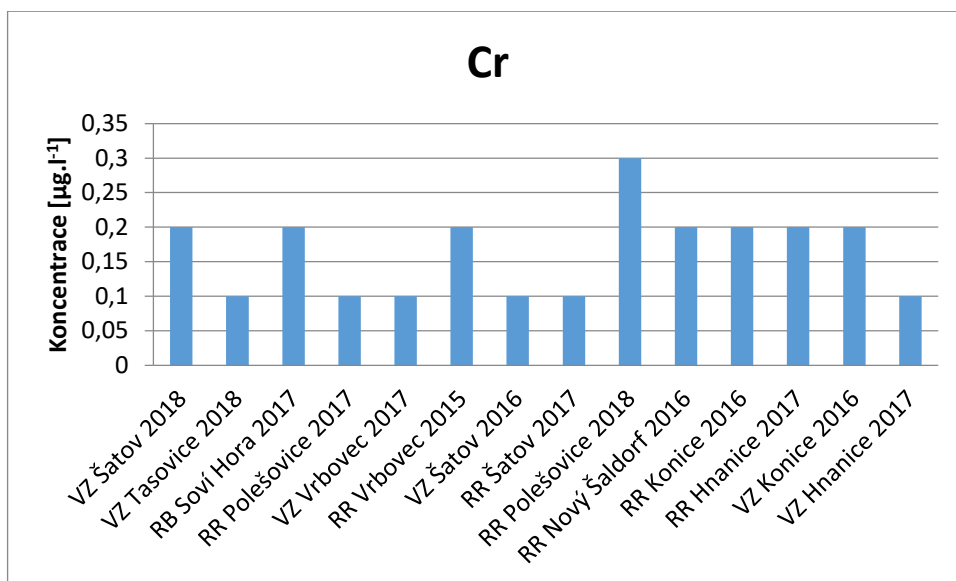
Obrázek 8 - Naměření koncentrace vanadu ve vzorcích vína



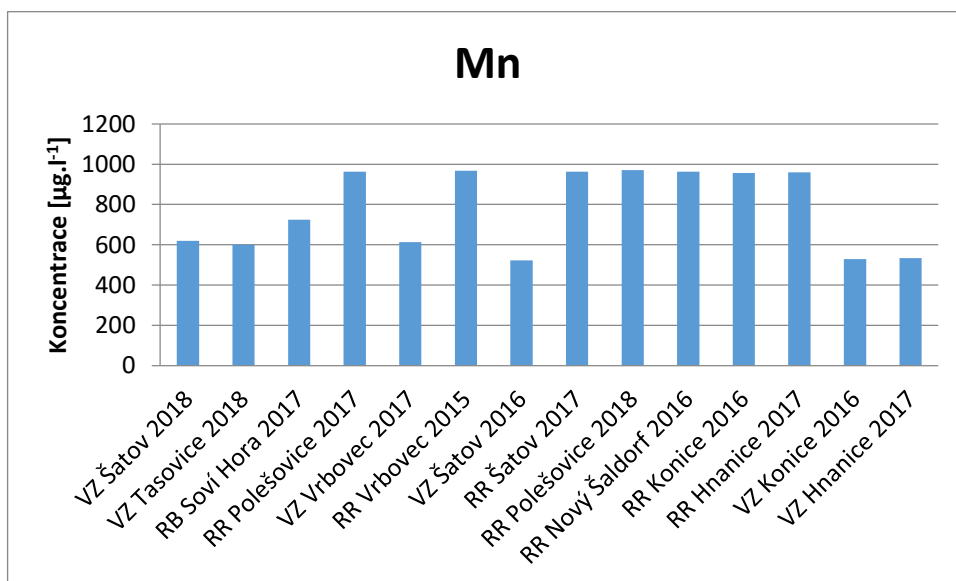
Tabulka 2 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína

Vzorek	<sup>52</sup> Cr [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>55</sup> Mn [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>57</sup> Fe [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>60</sup> Ni [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>63</sup> Cu [μg.l <sup>-1</sup> ]
Veltlín zelený, Šatov, 2018	0,2±0,07	620±8	139,6±3,2	37,3±1,2	132±3,2
Veltlín zelený, Tasovice, 2018	0,1±0,05	601±7	140,1±4,1	37,9±1,5	132,7±3,5
Rulandské bílé, Soví Hora, 2017	0,2±0,06	724±5	172,1±3,5	69±1,5	179,4±4,2
Ryzlík rýnský, Polešovice, 2017	0,1±0,07	963±5	138,4±5,2	59±1,4	194,1±3,8
Veltlín zelený, Vrbovec, 2017	0,1±0,06	613±7	139,9±3,8	38±1,6	132±4,2
Ryzlík rýnský, Vrbovec, 2015	0,2±0,07	967,7±9	138,1±3,2	58,4±1,2	194,8±3,2
Veltlín zelený, Šatov, 2016	0,1±0,06	523±9	139,1±3,3	38,1±1,2	88,6±3,8
Veltlín zelený, Šatov, 2017	0,1±0,05	963±5	141±4,1	58,9±1,2	195±4,2
Ryzlík rýnský, Šatov, 2018	0,3±0,07	971±9	141,6±3,8	59±1,1	194,7±3,2
Ryzlík rýnský, Nový Šaldorf, 2016	0,2±0,06	963±8	139,9±3,5	58,9±1,1	195,1±4,1
Ryzlík rýnský, Konice, 2016	0,2±0,06	957±6	141±4,5	58,1±1,3	194,8±3,5
Ryzlík rýnský, Hnanice, 2017	0,2±0,07	959,8±6	141,6±4,2	59±1,4	195±4,2
Veltlín zelený, Konice, 2016	0,2±0,05	529±8	140,5±3,3	38,7±1,2	88,4±3,8
Veltlín zelený, Hnanice, 2017	0,1±0,07	534±5	138,8±3,2	37,9±1,4	88±3,5

Vzhledem ke skutečnosti, že chrom řadíme mezi toxické prvky, které mohou při vysokých koncentracích způsobovat zdravotní rizika, se během měření naměřily hodnoty nízké mezi 0,1 – 0,3, tedy koncentrace takové, které by jistě běžného konzumenta nemohly ohrozit. Nejvyšší koncentrace manganu byla naměřena ve vzorku vína RR (Šatov 2018), naopak nejnižší koncentrace tohoto prvku byla naměřena ve vzorku VZ (Šatov 2016).

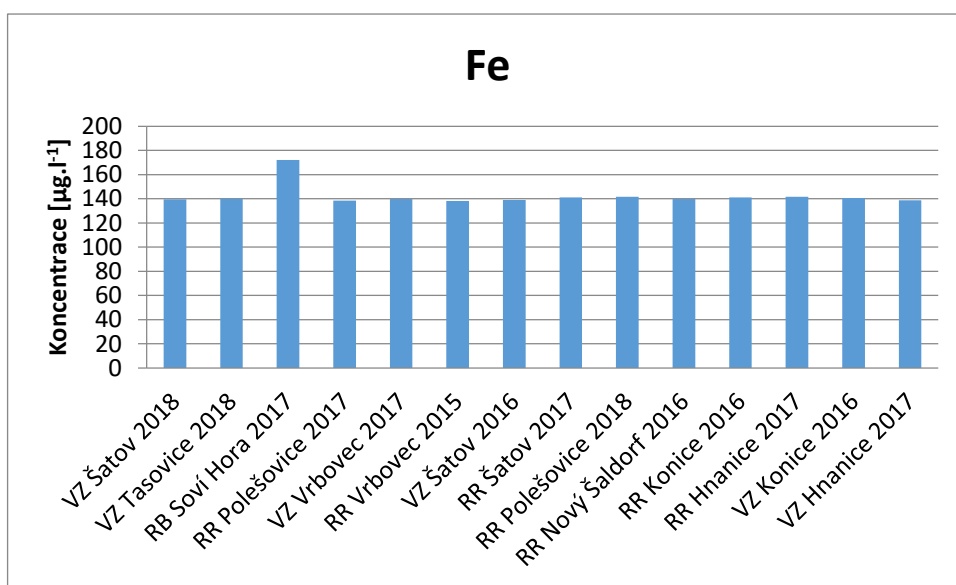


Obrázek 9 - Naměření koncentrace chromu ve vzorcích vína

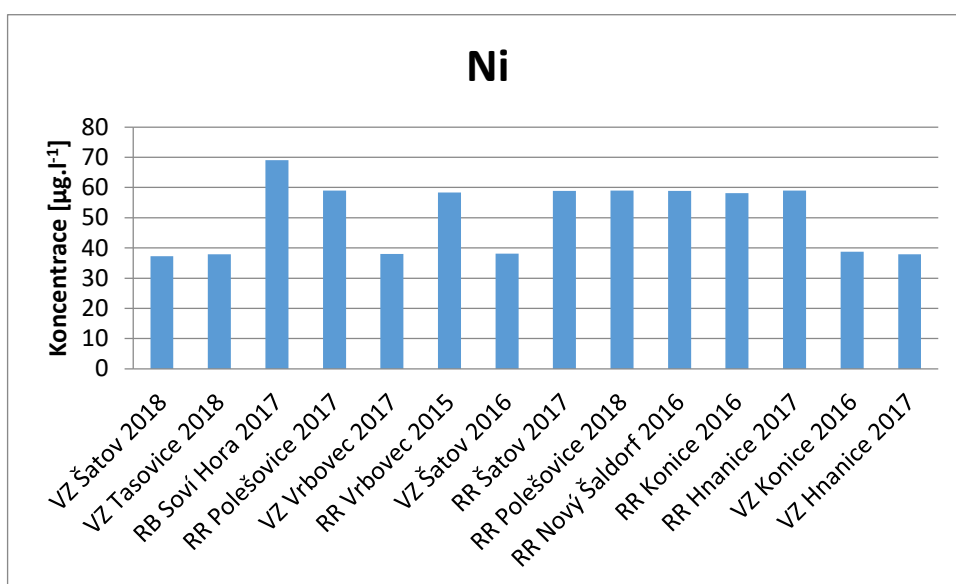


Obrázek 10 - Naměření koncentrace manganu ve vzorcích vína

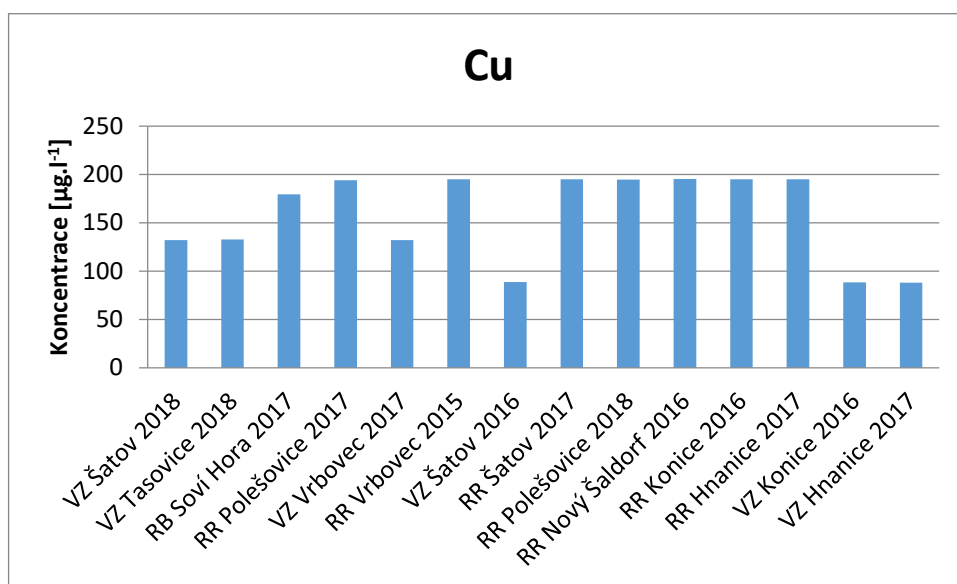
Významný technologický vliv na víno mají kovové prvky železo a měď, které nijak negativně neovlivňují zdraví konzumenta. Podle naměřených hodnot bylo zjištěno, že u vzorku vína RB (Soví Hora, 2017), RR (Polešovice, 2017), RR (Vrbovec, 2015), VZ (Šatov, 2017), RR (Šatov, 2018), RR (Nový Šaldorf, 2016), RR (Konice, 2016) a RR (Hnanice, 2017) převyšuje koncentrace mědi nad železem, což zpravidla bývá koncentrace železa ve vzorcích vín vyšší než mědi. Tato skutečnost se může jednoduše vyřešit delší dobou, či větším počtem číření při technologickém zpracování vín.



Obrázek 11 - Naměření koncentrace železa ve vzorcích vína



Obrázek 12 - Naměření koncentrace niklu ve vzorcích vína



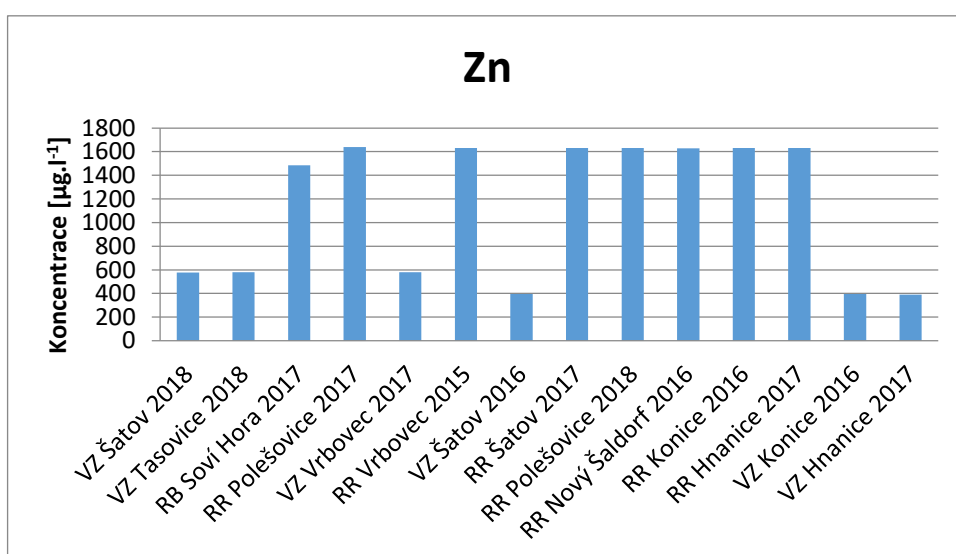
Obrázek 13 - Naměření koncentrace mědi ve vzorcích vína

Tabulka 3 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína

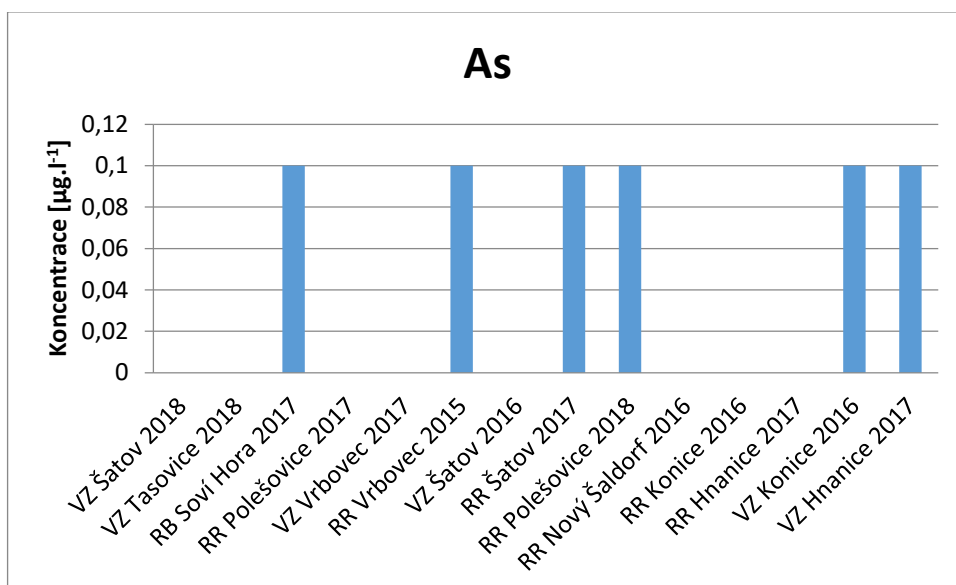
Vzorek	<sup>66</sup> Zn [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>75</sup> As [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>82</sup> Se [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>87</sup> Rb [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>100</sup> Mo [μg.l <sup>-1</sup> ]
Veltlín zelený, Šatov, 2018	576±6			635±10,5	1,49±0,06
Veltlín zelený, Tasovice, 2018	579±5			629±9,2	1,44±0,05
Rulandské bílé, Soví Hora, 2017	1486±8	0,1±0,02		879±11,7	1,48±0,05
Ryzlink rýnský, Polešovice, 2017	1639±6			899±10,5	1,48±0,07
Veltlín zelený, Vrbovec, 2017	580±6			629±11,4	1,49±0,07
Ryzlink rýnský, Vrbovec, 2015	1631±4	0,1±0,02		903±13,2	1,33±0,07
Veltlín zelený, Šatov, 2016	396±8			638±11,4	1,33±0,06
Veltlín zelený, Šatov, 2017	1630±8	0,1±0,01		899±12,5	1,47±0,05
Ryzlink rýnský, Šatov, 2018	1630±8	0,1±0,02		903±9,2	1,48±0,07
Ryzlink rýnský, Nový Šaldorf, 2016	1629±5			899±11,7	1,39±0,06
Ryzlink rýnský, Konice, 2016	1631±7			899±10,5	1,48±0,05
Ryzlink rýnský, Hnanice, 2017	1630±4			903±11,2	1,39±0,07
Veltlín zelený, Konice, 2016	396±8	0,1±0,01		635±12,5	1,44±0,06
Veltlín zelený, Hnanice, 2017	389±5	0,1±0,01		643±11,2	1,39±0,05

Při hodnocení kovového prvku zinku, bylo zjištěno, že hodnoty u vzorků vín VZ (Šatov, 2018), VZ (Tasovice, 2018), VZ (Vrbovec, 2017), VZ (Šatov, 2016), VZ (Konice, 2016), VZ (Hnanice, 2017) jsou oproti ostatním měřeným vzorkům nižší. Zvýšená hodnota naměřeného zinku může být způsobena např. použitím hnojiva obsahující kovový prvek zinek.

Koncentrace prvku arsenu byla detekována pouze u čtyřech měřených vzorků a to v minimální hodnotě 0,1 [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ]. Koncentrace prvku selenu se nedostala nad mez detekce použité analytické metody u sledovaných vzorků.

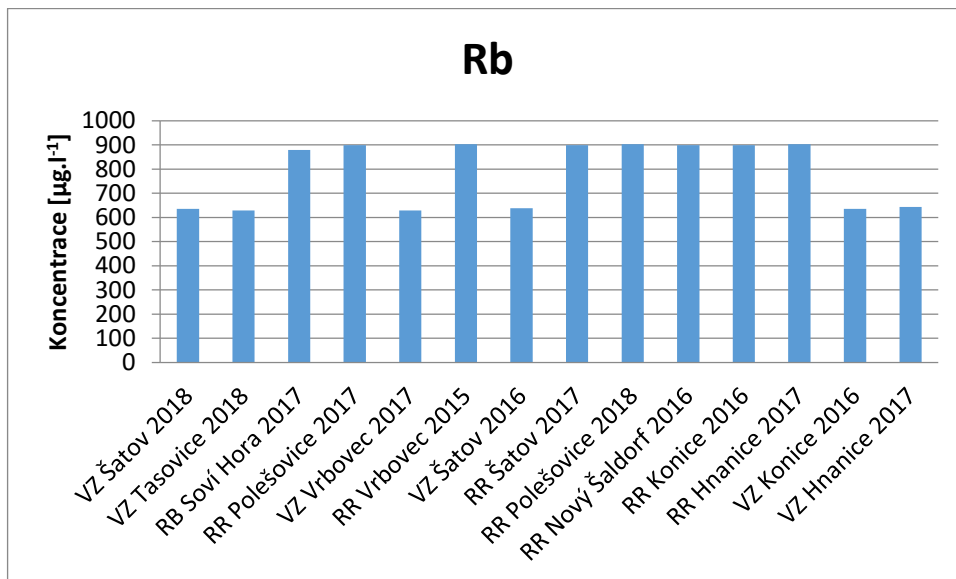


Obrázek 14 - Naměření koncentrace zinku ve vzorcích vína



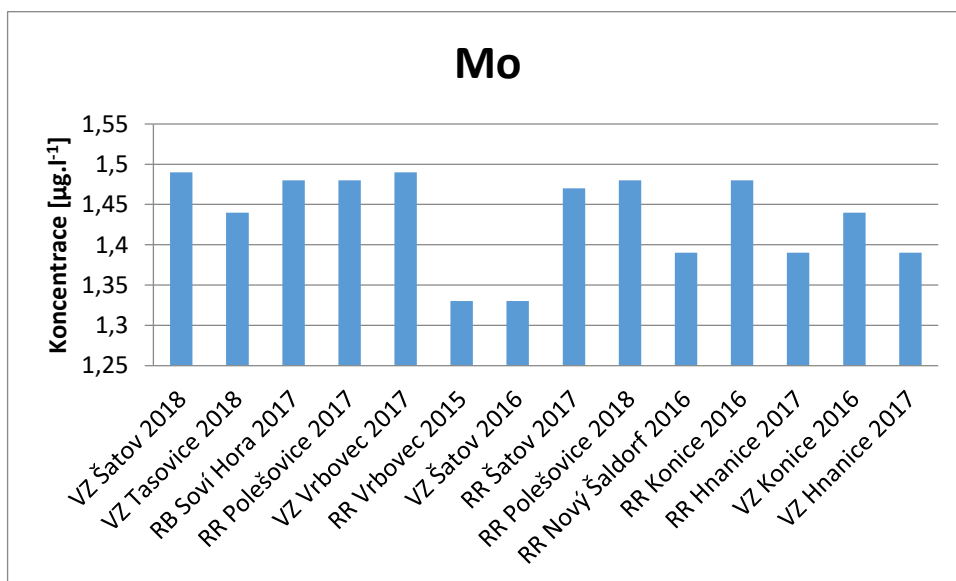
Obrázek 15 - Naměření koncentrace arsenu ve vzorcích vína

Rubidium je alkalický prvek, který je ve velké míře obsažen v zemské kůře, proto se do vína dostává zejm. z půdy.



Obrázek 16 - Naměření koncentrace rubidia ve vzorcích vína

Molybden je v půdě obsažen velmi vzácně, proto jeho koncentrace ve vzorcích jsou nízké v rozmezí 1,33 – 1,44 [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ].



Obrázek 17 - Naměření koncentrace molybdenu ve vzorcích vína

Tabulka 4 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína

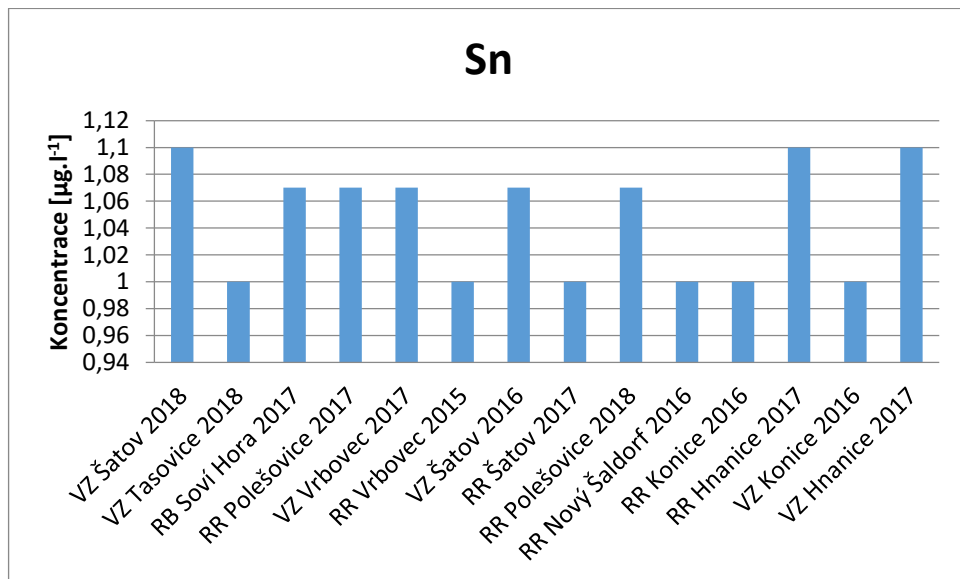
Vzorek	<sup>111</sup> Cd [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>118</sup> Sn [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>121</sup> Sb [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>137</sup> Ba [μg.l <sup>-1</sup> ]	<sup>208</sup> Pb [μg.l <sup>-1</sup> ]
Veltlín zelený, Šatov, 2018		1,1±0,05	0,66±0,07	23,6±1,2	0,1±0,01
Veltlín zelený, Tasovice, 2018		1±0,06	0,66±0,06	23,1±1,5	
Rulandské bílé, Soví Hora, 2017		1,07±0,05	0,67±0,05	27,8±1,3	0,1±0,02
Ryzlink rýnský, Polešovice, 2017		1,07±0,07	0,67±0,06	24,2±1,4	
Veltlín zelený, Vrbovec, 2017		1,07±0,06	0,67±0,05	23,1±1,5	
Ryzlink rýnský, Vrbovec, 2015		1±0,05	0,67±0,07	24,8±1,4	
Veltlín zelený, Šatov, 2016		1,07±0,06	0,67±0,05	22,4±1,2	
Veltlín zelený, Šatov, 2017		1±0,06	0,66±0,06	24,8±1,3	
Ryzlink rýnský, Šatov, 2018		1,07±0,05	0,66±0,05	23,6±1,5	
Ryzlink rýnský, Nový Šaldorf, 2016		1±0,07	0,6±0,07	24,8±1,2	0,2±0,01
Ryzlink rýnský, Konice, 2016		1±0,05	0,67±0,06	22,4±1,5	0,1±0,02
Ryzlink rýnský, Hnanice, 2017		1,1±0,05	0,66±0,05	23,6±1,4	0,1±0,01
Veltlín zelený, Konice, 2016		1±0,07	0,66±0,07	20,3±1,5	
Veltlín zelený, Hnanice, 2017		1,1±0,07	0,6±0,05	21,4±1,3	



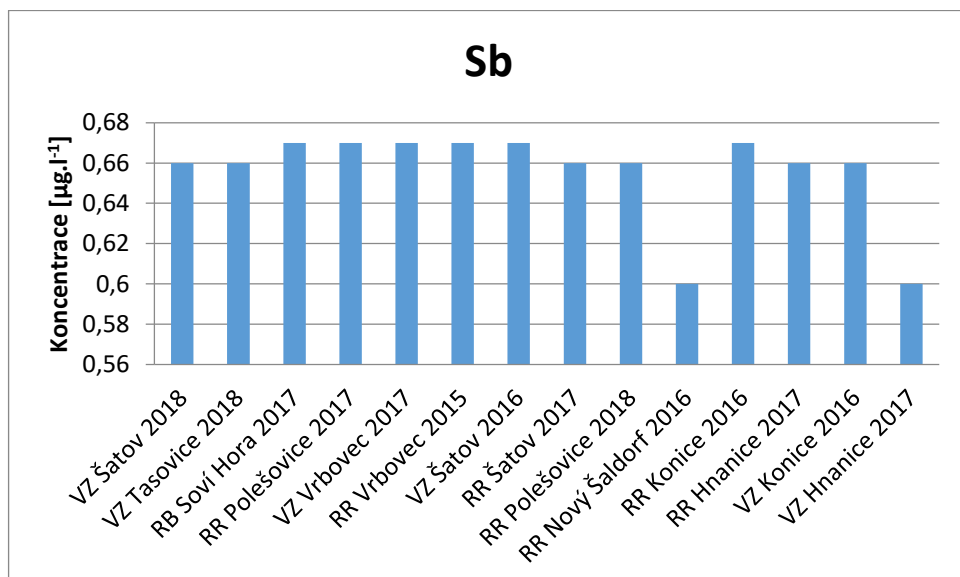
Kadmium je v půdě obsaženo jen velmi vzácně, proto ani v jednom měřeném vzorku nebyly naměřeny hodnoty, které by přesáhly mez detekce použité metody.

Stejně tak, kovový prvek cín je v půdě obsažen velmi zřídka, proto byl vysoký předpoklad, že koncentrace tohoto prvku bude v měřených vzorcích velmi nízká.

Antimon je obsažen v postřicích na vinnou révu. V měřených vzorcích byl tento polokov, obsažen ve velmi podobných koncentracích.

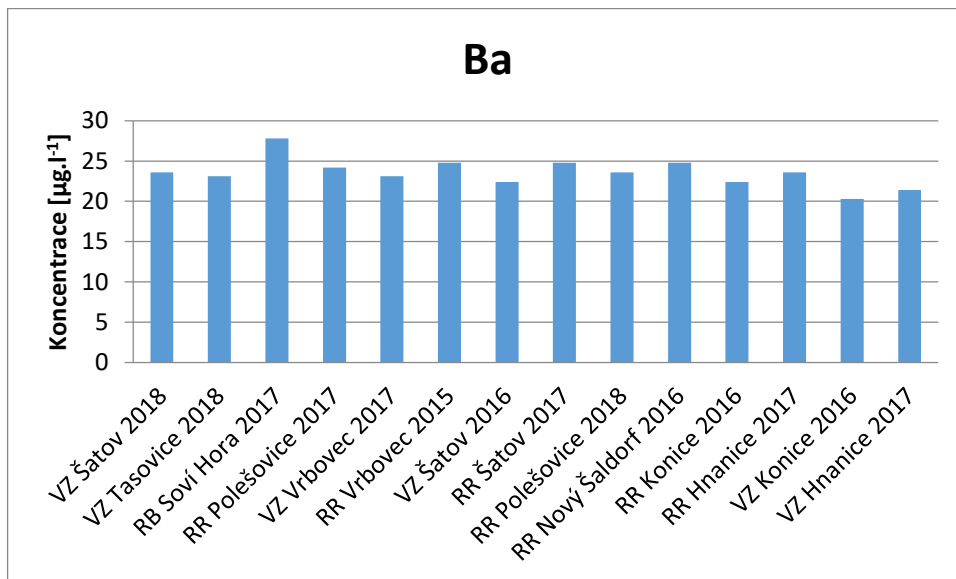


Obrázek 18 - Naměření koncentrace cínu ve vzorcích vína



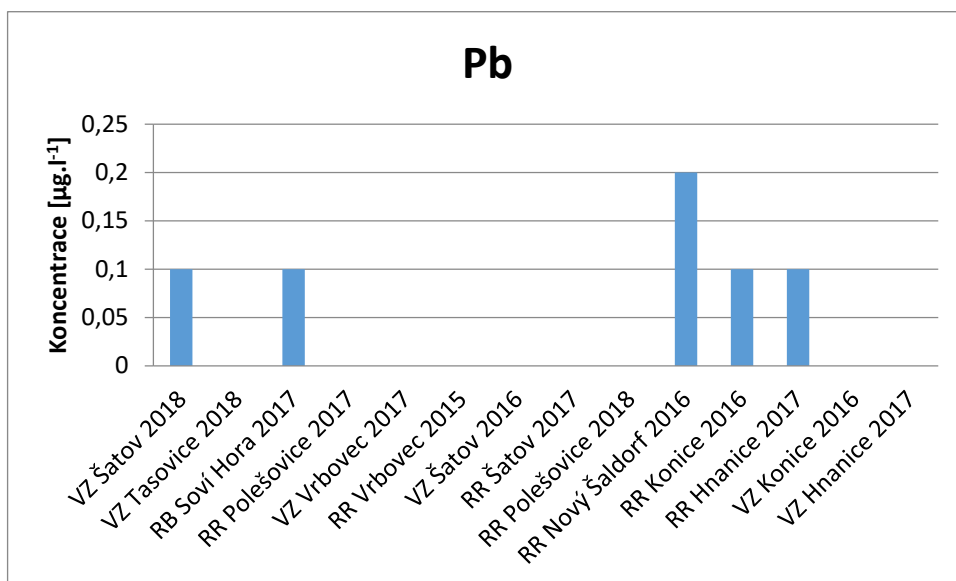
Obrázek 19 - Naměření koncentrace antimonu ve vzorcích vína

Baryum se vyskytuje v přírodě běžně, ovšem pouze v nízkých koncentracích, čemuž odpovídají hodnoty tohoto prvku naměřené v sledovaných vzorcích vína.



Obrázek 20 - Naměření koncentrace barya ve vzorcích vína

Olovo bylo naměřeno ve vzorcích VZ (Šatov, 2018), RB (Soví Hora, 2017), RR (Nový Šaldorf, 2016), RR (Konice, 2016), RR (Hnanice, 2017) v koncentracích 0,1 – 0,2 [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ]. Tyto koncentrace toxického kovu olova jsou nízké a na zdraví konzumenta by tento prvek neměl nějak negativně působit.



Obrázek 21 - Naměření koncentrace olova ve vzorcích vína

Tabulka 5 - Obsah těžkých kovů ve víně a jejich limity ve víně v porovnání různých zdrojů [44]

<b>Těžký kov</b>	<b>Obsah ve víně</b>	<b>Limity dle OIV</b>	<b>Vyhláška č.304/2005 Sb.</b>	<b>Nářízení rady (ES) č.1622/2000</b>	<b>Nářízení Komise (ES) č.1881/2006</b>
	<b>(mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>(mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>(mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>(mg.l<sup>-1</sup>)</b>	<b>(mg.kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>Arsen</b>	0,01-0,02	0,20	-	-	-
<b>Kadmium</b>	0,05	0,01	0,05	-	-
<b>Rtuť</b>	0,05 >	-	-	-	-
<b>Olovo</b>	0,06	0,15	-	-	-
<b>Zinek</b>	0,14	5,00	-	-	-
<b>Měď</b>	-	1,00	-	1,00	-

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo ve čtrnácti reprezentativních vzorcích vína stanovit obsažené kovové prvky pomocí instrumentální analytické metody hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem.

Analyzovány byly vzorky vína z různých vinic, roku výroby a odrůdy. Konkrétně šlo o vzorky vín Veltlín zelený, obl. Šatov, 2018; Veltlín zelený, obl. Tasovice, 2018; Rulandské bílé, obl. Soví Hora 2017; Ryzlink rýnský, obl. Polešovice, 2017; Veltlín zelený, obl. Vrbovec, 2017; Ryzlink rýnský, obl. Vrbovec, 2015; Veltlín zelený, obl. Šatov, 2016; Veltlín zelený, obl. Šatov, 2017; Ryzlink rýnský, obl. Polešovice, 2018; Ryzlink rýnský, obl. Nový Šaldorf, 2016; Ryzlink rýnský, obl. Konice, 2016; Ryzlink rýnský, obl. Hnanice, 2017; Veltlín zelený, obl. Konice, 2016; Veltlín zelený, obl. Hnanice, 2017.

Pomocí minerálního rozkladu v mikrovlnném laboratorním systému MLS 1200 mega, byla provedena optimalizace vzorků, a to před samotným měřením na hmotnostním spektrometru ICP – MS.

Na základě provedené analýzy a vyhodnocení výsledků se může říci, že vzorky vína Rulandské bílé (Soví Hora 2017), Ryzlink rýnský (Polešovice 2017), Ryzlink rýnský (Vrbovec 2015), Veltlín zelený (Šatov 2016), Veltlín zelený (Šatov 2017), Ryzlink rýnský (Šatov 2018), Ryzlink rýnský (Nový Šaldorf 2016), Ryzlink rýnský (Konice 2017) měly naměřenou vyšší koncentraci hliníku, což může být způsobeno použitím pesticidů s obsahem hliníku. Dále bylo během měření zjištěno u některých vín vyšší množství zinku a mědi. V tomto případě bych výrobci vína doporučila zvýšit počet čiření při technologickém procesu výroby vína, protože čiření některé kovové prvky z vína odstraňuje.

Jako podstatné během měření vzorků vín shledávám za podstatné, že koncentrace kovových iontů v žádném vzorku nebyly obsaženy v takové míře, aby mohly ohrozit zdraví konzumenta.

V závěru bych ráda shrnula, že v žádném z analyzovaných vzorků nebyly překročeny limity kovových prvků dle platné legislativy a tedy jde o bezpečný produkt.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ŠVEJNAR, V., MINÁRIK, E., *Vinařství – biochemie vína*, 1976, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
- [2] <https://www.wineofczechrepublic.cz/nase-vina/vinarske-regiony/vinarska-oblast-morava/znojemska-podoblast.html>
- [3] FARKAŠ, J.: *Biotechnologie vína* 2.vyd. Bratislava: Alfa, 1983, 978 s.
- [4] <http://www.czechwines.cz/lide/histvin.htm>
- [5] [http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9va\\_vinn%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9va_vinn%C3%A1)
- [6] <https://www.wineofczechrepublic.cz>
- [7] JACKSON, Ronald S.: *Wine science: principles and applications* 3rd ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press 2008. ISBN 01 – 237 – 3646 – 3.
- [8] JACKISCH, P.: *Modern Winemaking* Cornell University Press 1985, ISBN 08 – 014 – 14 – 55 – 5.
- [9] FIALKOVÁ, B.: *Enologie a odborná degustace*, Vysoká škola hotelová v Praze, druhé vydání, Praha, 2005, ISBN 80 – 86578 – 53 – 4.
- [10] MORENO – ARRIBAS, M. V., POLO, C.: *Wine Chemistry and Biochemistry*, 1<sup>st</sup> ed., Springer, New York, 2009, ISBN 978 – 0 – 387 – 74118 – 5.
- [11] MICHALOVSKÝ, M.: *Lexikon chemického složení vína*, první vydání, 2014, Rakvice, ISBN 978 – 80 – 905319 – 2 – 5.
- [12] STEIDL, R., *Sklepní hospodářství*, Rakousko, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 2001, 1.vydání, Valtice, Národní salon vín, Zámek 1, 2002, dotisk 2005, ISBN: 80 – 903201 – 0 – 4.
- [13] JACKISCH, P.: *Modern Winemaking*, Cornell University Press, 1985, ISBN 08 - 0014 – 14 – 55 – 5.
- [14] PAVLOUŠEK, P., *Pěstování révy vinné moderní vinohradnictví*, Grada Publishing, a.s., 2011, ISBN 978 – 80 – 247 – 3314 – 2.
- [15] Zákon č. 321/2004 Sb. Zákon o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů.
- [16] RAAP, A.: *Volatile flavour of wine: colleration between instrumentál analysis and sensory perception*, Nahrung 42, č. 6, s. 351 – 363, 1998
- [17] SITTEK, M., PAVLOUSEK, P., *Vinařský obzor 6/2005*, Published on May 8, 2012
- [18] IBANEZ, J.G., CARREON ALVAREZ, A., BARCENA – SOTO, M., CASILLAS, N.: *J.Food Comp. Anal.* 21, 2008.

- [19] MURRY, S.: *Metodika pěstování révy vinné na Novém Zélandu*, 2011.
- [20] USGS, science for a changing world:  
online: <https://crustal.usgs.gov/laboratories/icpms/intro.html>
- [21] MESTEK, O., *Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem – pracovní text*, Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, Ústav analytické chemie, Praha
- [22] LUYKX, Dion M.A.M. a Saskia M. VAN RUTH. An overview of analytical methods for determining the geographical origin of food products. *Food Chemistry*, Volume 107, Issue 2, 15 March 2008, Pages 897 – 911
- [23] PAVLOUŠEK, P.: *Révy vinné Encyklopedie*, Computer press, Brno 2007, ISBN 978-80-251-1704-0
- [24] <https://www.wineofczechrepublic.cz/nase-vina/bila-vina.html>
- [25] <https://www.szpi.gov.cz/>
- [26] STAFILOV, Trajče a Irina KARADJOVA. Atomic absorption spectrometry in wine analysis: A review. *Macedonian journal of chemistry and chemical engineering*. 2009, vol. 28, no. 1, s. 17-31. ISSN 1857-5552.
- [27] NOBLE, Ann C., Brian H. ORR, W. Brian COOK a John L. CAMPBELL. Trace elements analysis of wine by proton-induced x-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1976, roč. 24, č. 3, s. 532-535. ISSN 0021-8561. DOI: 10.1021/jf60205a042. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf60205a042>
- [28] FARKAŠ, Ján. *Technologie a biochemie vína*. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: Alfa – nakladatelství technické literatury, 1980, 872 s.
- [29] SUHAJ, Michail a Magda KOREŇOVSKÁ. Application of elemental analysis for identification of wine origin. *Acta Alimentaria*. 2005, vol. 34, č. 4, s. 393-401. DOI: 10.1556/AAlim.34.2005.4.7.
- [30] LESKE, P. A., A. N. SAS, A. D. COULTER, C. S. STOCKLEY a T. H. LEE. The composition of Australian grape juice: chloride, sodium and sulfate ions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1997, roč. 3, č. 1, s. 26-30. ISSN 13227130. DOI: 10.1111/j.1755-0238.1997.tb00113.x
- [31] KRAUS, Vilém. *Réva a víno: tradice a současnost*. Vyd. 1. Praha: Radix, 1999, 280 s. ISBN 80-860-3123-3.
- [32] THOMAS, Robert. *Practical guide to ICP-MS: a tutorial for beginners*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2008, 347 s. *Practical spectroscopy*, v. 33. ISBN 14-200-6786-9.
- [33] <https://www.cestazavinem.cz/vyroba-vina-se-vyrabi/>
- [34] <https://www.wineofczechrepublic.cz/nase-vina/cervena-vina.html>

- [35] MONTASER, Akbar. Inductively coupled plasma mass spectrometry. New York: J. Wiley, c1998, 964 s. ISBN 04-711-8620-1.
- [36] THOMAS, R., 2007: Practical guide to ICP – MS, CRC Press, Boca Raton. ISBN: 0-8247-5319-4. [online] Dostupné z: <http://algol.fis.uc.pt/jap/ICP-MS-Primer-Thomas.pdf>
- [37] JARVIS, K. E., A. L. GRAY a R. S. HOUK. Handbook of Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Glasgow: Blackie, 1990. ISBN 02-169-2912-1.
- [38] SEKK spol. s.r.o. Metrologická terminologie
- [39] MADER, Pavel a Eva ČURDOVÁ. Metody rozkladu biologických materiálů pro stanovení stopových prvků. Chemické Listy. 1997, č. 91, s. 227-236. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997\\_04\\_227-236.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_04_227-236.pdf)
- [40] GRINDLAY, G., MORA, J., 2011: Atomic spektrometry methods for wine analysis. Spain Univerzity of Alicane. [online] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267011002753?via%3Dihub>
- [41] GONYALVEY, A., ARMENTA, S., PASTOR, M., 2008: Searching the most appropriate sample pretreatment for the elemental analysis of wines by inductively coupled plasma-based techniques. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56, (s. 4943).
- [42] GRINDLAY, G., MORA, J., GRAS, L., DE LOOS-VOLLEBREGT, MT., 2011: Atomic spektrometry methods for wine analysis: a critica levaluation and disoussion of recent applicationts. University of Alicante, Spain.
- [43] GRINDLAY, G., MORA, J., MAESTRE, S., GRAS, L., 2008: .Application of a microwave-based desolvation systém for multi-elemental analysis of wine by inductively coupled plasma based techniques. Analytica Chimica Acta 629, DOI: 10.1016/j.aca.2008.09.023. ISSN 00032670. (s. 24-37). [online]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003267008016127>
- [44] RIBÉREAU – GAYON P., DUBOURDIEU P., DONÁECHE B. (2003): *Handbook of enology 1 – The biochemistry of Wine*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- [45] SUN, D.W.: Modern techniques for food authentication, 1sted, Amsterdam, Elsevier, Academic Press, 2008, ISBN 978-012-3740-854.
- [46] DRÁBEK J., JALŮVKOVÁ M., FRÉBORT I. (2007): *Kvantitativní PCR detekce nepovoleného přibarvení vína bezinkami (Sambukus nigra)*. Chemické listy, **101**: 550-555.
- [47] Zákon č. 36/2008 Sb. Zákon o ochraně spotřebitele a o změně některých souvisejících zákonů.

- [48] ŠEVELOVÁ, E. (ed.) (2006): *Několik slov o činnosti ÚKZÚZ-OTK v Oblekovicích*.  
Vinařský obzor, **99**: 405



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AAS	Atomová absorpční spektrometrie
AES	Atomová emisní spektrometrie
ICP-AES	Atomová emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
ICP-MS	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
IR	Infračervená spektrometrie
NMR	Nukleární magnetická rezonance
GC	Plynová chromatografie
VOC	Vína originální certifikace
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1- Vinařská oblast Morava [6] .....	13
Obrázek 2 - Nejpěstovanější odrůdy bílého vína v ČR [4].....	15
Obrázek 3 - Servírování červeného vína.....	16
Obrázek 4 - Naměření koncentrace hořčíku ve vzorcích vína.....	38
Obrázek 5 - Naměření koncentrace hliníku ve vzorcích vína.....	39
Obrázek 6 - Naměření koncentrace vápníku ve vzorcích vína .....	39
Obrázek 7 - Naměření koncentrace titanu ve vzorcích vína.....	40
Obrázek 8 - Naměření koncentrace vanadu ve vzorcích vína .....	40
Obrázek 9 - Naměření koncentrace chromu ve vzorcích vína.....	42
Obrázek 10 - Naměření koncentrace manganu ve vzorcích vína .....	42
Obrázek 11 - Naměření koncentrace železa ve vzorcích vína .....	43
Obrázek 12 - Naměření koncentrace niklu ve vzorcích vína.....	43
Obrázek 13 - Naměření koncentrace mědi ve vzorcích vína .....	44
Obrázek 14 - Naměření koncentrace zinku ve vzorcích vína .....	46
Obrázek 15 - Naměření koncentrace arsenu ve vzorcích vína.....	46
Obrázek 16 - Naměření koncentrace rubidia ve vzorcích vína.....	47
Obrázek 17 - Naměření koncentrace molybdenu ve vzorcích vína .....	47
Obrázek 18 - Naměření koncentrace cínu ve vzorcích vína .....	49
Obrázek 19 - Naměření koncentrace antimonu ve vzorcích vína.....	49
Obrázek 20 - Naměření koncentrace barya ve vzorcích vína .....	50
Obrázek 21 - Naměření koncentrace olova ve vzorcích vína .....	50

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína.....	37
Tabulka 2 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína.....	41
Tabulka 3 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína.....	45
Tabulka 4 - Naměřené koncentrace kovových prvků ve vzorcích vína.....	48
Tabulka 5 - Obsah těžkých kovů ve víně a jejich limity ve víně v porovnání různých zdrojů [44].....	51

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Název přílohy

