



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

**MONITORING NUTRIČNĚ VÝZNAMNÝCH PRVKŮ A
ANORGANICKÝCH KONTAMINANTŮ V MORAVSKÝCH
ČERVENÝCH VÍNECH**

MONITORING OF NUTRITIONALLY IMPORATNT ELEMENTS AND INORGANIC CONTAMINANTS IN
MORAVIAN RED WINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominik Dukát

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaromír Pořízka, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1904/2023 Akademický rok: 2023/24
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Student: **Dominik Dukát**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie a technologie
Vedoucí práce: **Ing. Jaromír Pořízka, Ph.D.**

Název bakalářské práce:

Monitoring nutričně významných prvků a anorganických kontaminantů v moravských červených vínech

Zadání bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je provést prvkovou analýzu červených moravských vín ročníků 2021–2022 s cílem stanovit hladinu potenciálně toxických prvků. V rámci BP budou řešeny tyto dílčí úlohy:

1. Rešerše na téma vinařství v ČR se zaměřením na technologii vína a prvkovou analýzu vína.
2. Shromáždění dostatečného množství vzorků červených vín pokrývajících různé odrůdy a všechny čtyři moravské vinařské podoblasti.
3. Vývoj metody pro komplexní prvkovou analýzu vína na ICP–MS.
4. Analýza vzorků vín.
5. Statistické zpracování dat.
6. Definování závěrů práce.

Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2024:

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

Dominik Dukát
student

Ing. Jaromír Pořízka, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2024

prof. Ing. Michal Veselý, CSc.
děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá monitoringem vybraných prvků, převážně se jedná o toxické a nutričně významné makroprvky a mikroprvky v moravských červených vínech. Cílem této práce bylo porovnání prvkového složení mezi bioviny a viny z jiných produkčních systémů a také porovnání vín ze čtyř moravských podoblastí. Pro tyto analýzy byly zvoleny dvě analytické metody: hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) pro stanovení mikroprvků a optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) pro zjištění koncentrací makroprvků. Pro další vyhodnocení byl použit test ANOVA (analýza rozptylu). Jako statisticky významné prvky byly stanoveny nikl, hořčík a draslík.

Abstract

This bachelor thesis deals with the monitoring of selected elements, mainly toxic and nutritionally important macro- and microelements in Moravian red wines. The aim of this work was to compare the elemental composition between biovines and wines from other production systems and also to compare wines from four Moravian sub-regions. For these analyses, two analytical methods were chosen: inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of microelements and inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) for the determination of macroelement concentrations. ANOVA (analysis of variance) test was used for further evaluation. Nickel, magnesium and potassium were identified as statistically significant elements.

Klíčová slova

Anorganické prvky, toxické kovy, nutričně významné prvky, červené víno, technologie výroby, ICP-MP, ICP-OES, ANOVA

Keywords

Inorganic elements, toxic metals, nutritionally important elements, red wine, production technology, ICP-MP, ICP-OES, ANOVA

DUKÁT, Dominik. *Monitoring nutričně významných prvků a anorganických kontaminantů v moravských červených vínech*. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158311>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Jaromír Pořízka.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a, že jsem všechny použité literární zdroje správně a úplně citoval. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

Podpis

Poděkování

Chtěl bych vyjádřit svou upřímnou vděčnost svému vedoucímu, Ing. Jaromíru Pořízkovi, Ph.D., za jeho cenné rady, trpělivost a podporu během mého výzkumu a psaní bakalářské práce. Jeho odborné znalosti a vedení byly pro mě neocenitelné. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a kamarádům za jejich neustálou podporu a povzbuzení, jak při psaní této práce, tak po dobu celého studia.

Obsah

1.	Úvod.....	7
2.	Teoretická část.....	8
2.1.	Vinná réva	8
2.1.1.	Historie.....	8
2.1.2.	Agrotechnické aspekty pěstování vinné révy	8
2.1.3.	Choroby a vady vinné révy	8
2.1.4.	Speciální odrůdy a vína.....	10
2.2.	Vinařství v České republice	11
2.2.1.	Vinařské moravské podoblasti	12
2.2.2.	Produkční systémy	12
2.3.	Technologický proces vzniku červeného vína	13
2.3.1.	Vinobraní.....	14
2.3.2.	Zpracování hroznů	14
2.3.3.	Úprava moštu	15
2.3.4.	Kvašení (fermentace).....	15
2.3.5.	Zrání a školení vína.....	16
2.3.6.	Lahvování a závěrečné úpravy.....	16
2.4.	Chemické složení	17
2.4.1.	Chemické složení bobulí.....	17
2.4.2.	Chemické složení vína	17
2.4.3.	Minerální látky.....	19
2.4.4.	Kovy a toxické kovy	21
2.5.	Metody prvkové analýzy vína.....	23
2.5.1.	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem	23
2.5.2.	Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem	23
3.	Experimentální část.....	24
3.1.	Výběr a popis vzorků vín	24

3.2.	Analýza vína.....	27
3.3.	Analýza anorganických kontaminantů pomocí ICP-OES.....	27
3.3.1.	Použitý přístroj.....	27
3.3.2.	Postup analýzy	27
3.3.3.	Postup přípravy kalibrační sady.....	27
3.3.4.	Příprava vzorků vína	27
3.3.5.	Nastavení přístroje	27
3.4.	Analýza anorganických kontaminantů pomocí ICP-MS.....	27
3.4.1.	Použitý přístroj.....	27
3.4.2.	Postup analýzy	28
3.4.3.	Postup přípravy kalibrační sady.....	28
3.4.4.	Příprava samotných vzorků.....	28
3.4.5.	Nastavení přístroje	28
3.5.	Statistická analýza.....	28
4.	Výsledky a diskuze	29
4.1.	Výsledky analýzy	29
4.2.	Celkové zhodnocení prvkového složení moravských červených vín	34
4.3.	Porovnání prvkového složení mezi biovíny a víny z konvenční produkce.....	35
4.4.	Porovnání prvkového složení mezi víny moravských podoblastí.....	37
4.4.1.	Hořčík	37
4.4.2.	Vápník	38
4.4.3.	Draslík.....	39
5.	Závěr	42
6.	Použité zdroje.....	43

1. ÚVOD

Vinařská oblast Morava je proslulá svými vynikajícími podmínkami pro produkci vína. Zde se vyrábějí skvělá bílá vína se zajímavým spektrem vůní a látkovou plností, kterou réva čerpá ze zdejších úrodných půd. Tyto vína jsou dále podpořena svěžími kyselinami, které zvýrazňují jejich harmonický charakter. K Moravě také tradičně patří červená vína, která jsou výrazná svou zemitou esencí a ovocným charakterem. Díky moderním technologickým postupům se moravská červená vína vyvíjejí směrem k jemnosti a harmonii, čímž získávají nové kvality a unikátní charakter [50].

Jihomoravská krajina s jejími unikátními přírodními podmínkami tvoří základ pro jedinečný a zároveň různorodý charakter vína z této oblasti. Tato krajina nabízí vinařům ideální prostředí k pěstování hroznů, které se pak promítá do vynikající kvality moravských vín. Prostřednictvím této bakalářské práce se zaměřím na analýzu a porovnání koncentrací klíčových minerálů, jako je draslík, v červených moravských vínech, s důrazem na jejich vliv na kvalitu a charakter těchto vín [50].

Vinařská oblast Morava je rozdělena do čtyř podoblastí: mikulovská s rozlohou 4 696 ha, slovácká s rozlohou 4 335 ha, velkopavlovická s rozlohou 4 765 ha a znojemská s rozlohou 3 109 ha. Morava je rovněž domovem největšího počtu vinařských obcí (308), vinařských tratí (1 142) a pěstitelů révy vinné (14 341). Tato diverzita vinařských lokalit a široká síť vinařů přispívá k bohatství a rozmanitosti moravského vína, které reflektuje různé mikroklimatické a půdní podmínky v této oblasti. Tento kontext nabízí bohaté možnosti pro studium vlivu těchto faktorů na chemické složení a kvalitu moravských vín [39].

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Vinná réva

2.1.1. Historie

Vinná réva (*Vitis vinifera*) je jednou z nejrozšířenějších plodin rodící ovoce na světě a má tedy i velmi bohatou historii, která zasahuje až tisíce let zpět. Nejstarší pozůstatky vinné révy byly nalezeny v oblasti Kavkazu a Mezopotámie přibližně 7 000 let zpět ve starověké vinné nádobě. Už v této době se lidé zabývali výrobou vína a věříme, že mělo i svoji podstatnou pozici v obchodování, ale také v náboženství a kultuře [1].

2.1.2. Agrotechnické aspekty pěstování vinné révy

Řadíme ji do čeledi *Vitaceae*, což jsou dřevnaté rostliny, více specificky vytrvalé popínavé rostliny s dlouhými spirálovitými úponky. Listy jsou laločnaté. Květy jsou drobné a voňavé. Následné plody nazýváme **hrozny**, které rostou ve střapcích, a mohou mít různou barvu (zelená, červená, fialová, popřípadě jiné) [2].

Vinná réva nejvíce prosperuje v mírném podnebí, kde musí být dostatečný slunečný svit a srážky. Každá odrůda samozřejmě vyžaduje specifitější podmínky pro pěstování. pH hodnota půdy by měly být v rozmezí 6-7, což je velmi mírně kyselé až neutrální [2].

2.1.3. Choroby a vady vinné révy

Vinařství, jakožto odvětví zemědělství s dávnou historií, má velmi úzké spojení mezi vinnou révou a okolním prostředím. V tomto případě je velmi snadné pro různé choroby negativně ovlivnit zdraví a výnosnost vinic [3].

Choroby jsou způsobené patogeny jako jsou například bakterie, houby, škůdci a mnoho dalších. Daného škůdce můžeme odhalit sami na základě pozorování napadené vinice. Bakteriální patogeny se většinou projevují odumíráním části rostliny, což je způsobeno narušením cévního systému. Houbové patogeny pozorujeme jako růst neobvyklých útvarů na listech, hroznech nebo kmenech. Jako poslední můžeme posoudit celkové oslabení révy a ovlivnění reprodukčních schopností, což je způsobeno virovými patogeny napadající vinnou révu [3].

Pro optimalizaci výnosů vinic je potřeba těmto chorobám předcházet a bránit jejich rozvoji. Můžeme použít několik různých typů ochrany, mezi které můžeme zařadit použití rezistentních odrůd, jako jsou například PIWI, nebo dále využití chemické ochrany a bioinsekticidů. Dalším důležitým faktorem je správná péče o samotnou rostlinu, což zahrnuje správnou výsadbu, stříhání révy a omezení nadměrného zalévání [3].

2.1.3.1. Virová onemocnění

Na vinné révě se může vyskytovat více než 60 virů, které způsobují různá onemocnění od mírných s malým hospodářským významem až po velmi významné a důkladně hlídané nemoci, protože jejich přítomnost snižuje výrazně výnosnost vinic [3, 4].

Projevy virového napadení závisí na odrůdě vinné révy a na počasí během vegetačního období. Můžeme pozorovat poměrně konkrétní diagnostické příznaky, ale jejich nepřítomnost nevylučuje

napadení rostliny z důvodu latentního (bezpríznakového) průběhu. V nejhorších a neléčených případech může dojít až k úhynu révy [3, 4].

Pokud pro vysazení a roubování použijeme již infikovaný materiál, projeví se virové napadení v prvním roce. V případě chronického onemocnění budeme účinky virové infekce pozorovat v průběhu celého života vinice. Jednou z hlavních prevencí je použití čistých materiálů, které byly předem testovány na známé virové onemocnění pro vinnou révu a do doby použití byly udrženy ve sterilním prostředí [3, 4].

Mezi nejznámější virové choroby patří **virová svinutka révy**, kdy na rostlině můžeme pozorovat typické svinutí konce listů, drsnější povrch a zvýšenou křehkost. Také dochází ke dřívějšímu zbarvení oproti neinfikovaným listům. Jako první tomuto svinování podléhají starší listy, ale v pozdějších případech se tento příznak projeví u všech listů [3, 4].

2.1.3.2. Škůdci vinic

Fyloxéra (*Phylloxera vastatrix*) býval jedním z nejznámějších škůdců vinné révy, na konci 19. století byl tak rozšířený, že málem zničil celosvětový průmysl výroby vína. Jedná se o žlutý hmyz parazitující na kořenech rostliny, které po napadení zduří a odumřou. Do České republiky byl zavlečen v polovině 19. století ze Severní Ameriky. Proti tomuto škůdci ovšem existuje velmi jednoduché opatření, a to používání americké podnože při roubování, ovšem tato metoda je použitelná pouze u kompatibilních odrůd. V dnešní době fyloxéru najdeme jen ojediněle [5,6].

Sviluška listová (*Erythroneura*) je dalším běžným parazitem, na kterého narazíte ve vinicích, kde dokáže způsobit značné škody. Jedná se o drobný hmyz parazitující na listech rostlin, na nichž způsobuje bílé skvrny. Listy následně ztrácejí svoji funkci fotosyntézy, dochází ke značné snížení vitality a v nejhorším případě odpadnutí napadeného listu [5,6].

Mezi zástupce druhu molice patří **Lobesia botrana**, která je považována za hlavního škůdce středomořských a evropských vinic. Tato molice se živí pupeny, květy i bobulemi hroznů, což vede k velké ztrátovosti vinice. Jednou z prevencí je narušování jejich páření, kdy používáme ekologickou cestu ochrany, protože se vypouští feromony narušující jejich sexuální chování. Vede to ke snížení počtu vajíček nakladených samicemi a výsledkem je snížení jejich celkové populace [7].

Eotetranychus carpini je druh roztoče živící se listy vinné révy, následkem je tedy snížení fotosyntetické funkce listů [7].

2.1.3.3. Houbová onemocnění

Houbová onemocnění jsou pro vinnou révu velmi významnou hrozbou, protože při nedodržení správných postupů a opatřeních dojde k velmi vysokým hospodářským ztrátám. Mezi nejčastější onemocnění řadíme padlí, plíseň révovou, plíseň šedou a botrytickou hnilobu bobulí. Mezi hlavní náznaky napadení můžeme zařadit slabý růst výhonů, bílé moučnaté skvrny na listech, hniloba plodů a předčasné odpadávaní listů [3,8].

ESCA, nebo-li **chřadnutí a odumírání vinné révy**, je způsobeno několika druhy hub. Nejnáchylnější vinice byly ty s nedostatkem závlahy a výživy. Velmi záladnou věcí jsou příznaky nákazy, protože se projeví na listech a plodech až za několik let po napadení. Na starších listech vznikají žlutozelené až žlutobílé (bílé odrůdy) nebo červenofialové (modré odrůdy) velké nepravidelné skvrny.

Během léta se tyto skvrny zvětšují a sjednocují až do zbarvení celého listu. Na bobulích, které jsou jednoznačně menší, nalezneme pozorovatelné tmavé skvrny [9].

Je velmi nutné a potřebné tedy dbát na správnost používaných postupů během celého procesu od výsadby až po sklizeň. Pro skoro úplnou eliminaci houbových onemocnění je možné použít na výsadbu odrůdu vinné révy odolnou vůči těmto chorobám, jedná se o PIWI odrůdu, kterou zmiňuji níže ve své práci [8].

2.1.4. Speciální odrůdy a vína

2.1.4.1. PIWI

Odrůda PIWI, odvozená z německého termínu „Pilzwiderstandsfähige“, což znamená odolná vůči chorobám, označuje hybridy révy vinné, které byly speciálně vyšlechtěny tak, aby vykazovaly odolnost vůči houbovým chorobám, jako je plíseň révová a padlí. Tyto hybridy vznikají procesem mnohonásobného zpětného křížení, kdy jsou do odrůd *Vitis vinifera* vnášeny geny odolnosti vůči chorobám z jiných druhů révy vinné [10].

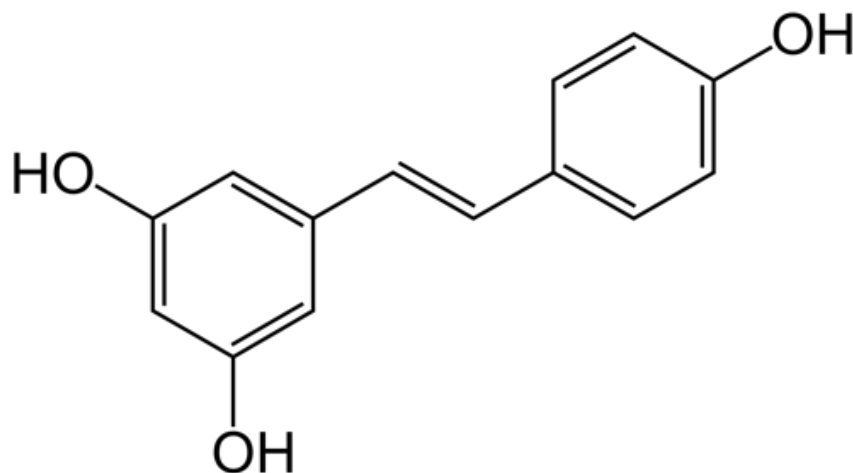
Principem odrůd PIWI je snížit závislost na chemických pesticidech při obhospodařování vinic tím, že se vyvinou révy přirozeně odolné vůči běžným houbovým patogenům. Tento přístup je v souladu s udržitelnými zemědělskými postupy a jeho cílem je řešit environmentální problémy spojené s používáním pesticidů ve vinohradnictví [10].

Mezi výhody odrůd PIWI patří několik klíčových aspektů. První z nich spočívá v redukci potřeby chemických pesticidů, což má za následek nižší dopad na životní prostředí a může přinést úspory nákladů majitelům vinic. Díky podpoře přirozené odolnosti vinné révy vůči chorobám přinášejí tyto odrůdy zvýšenou udržitelnost vinohradnických postupů. Tato vlastnost může vést ke zlepšení kvality hroznů a výnosů, zejména v oblastech náchylných k houbovým chorobám, kde se tradičním odrůdám *Vitis vinifera* může dařit méně nebo vůbec [10].

Na druhé straně existují i určité nevýhody spojené s těmito odrůdami. Jednou z nich je omezené povědomí spotřebitelů o těchto novějších odrůdách a jejich nízké přijetí, kdy následně můžeme pozorovat nižší poptávku po vínech vyrobených z hroznů PIWI na trhu. Další potenciální nevýhodou je zjištění problémů v regulačních rámcích, neboť v některých regionech mohou platit omezení pro používání netradičních odrůd révy vinné při výrobě vína. Také se mohou objevit rozdíly v organoleptických vlastnostech ve srovnání s tradičními odrůdami *Vitis vinifera*, což může ovlivnit postupy výroby vína a preference spotřebitelů [10].

Celkově lze říci, že odrůdy PIWI představují inovativní přístup k udržitelnému vinohradnictví. Nabízejí možnosti výběru hroznů odolných vůči chorobám, což může přispět k ekologičtějšímu a ekonomicky životaschopnějšímu vinařskému průmyslu [10].

Jedním z mechanismů obrany je **přítomnost specifických genů rezistence**, které při invazi rozeznají infekci a spustí se tak ochranné mechanismy rostliny. Tyto geny byly právě objeveny u odrůdy PIWI. Dále se na tom podílí také některé metabolity, jako například **resveratrol** (přírodní polyfenol s antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi), který je také odpovědný za částečnou obranu vůči houbovým patogenům. Tato látka má obecně antimikrobiální vlastnosti, což znamená inhibice růstu plísní a také zabraňuje klíčení spor [11].



Obrázek 1: Vzorec resveratrolu

2.1.4.2. *Biovíno*

V Evropské unii se jako biovíno smějí označovat taková vína, která byla vyrobena v souladu s nařízením Rady o ekologické produkci a označování ekologických produktů. Jde o vína, u kterých byly při pěstování révy použity takové postupy, které zachovávají nebo zvyšují obsah organických látek v půdě, zvyšují stabilitu půdy a její biologickou rozmanitost. Hnojiva a pomocné půdní látky se mohou používat jen za předpokladu, že byly schváleny pro použití v ekologické produkci. Minerální dusíkatá hnojiva se nepoužívají [12].

Prevence škod způsobených škůdci, chorobami a plevele je založena především na ochraně přirozenými nepřáteli a vhodné volbě odrůd (např. tzv. PIWI odrůdy – odrůdy odolné vůči plísním). Také výroba vína z hroznů podléhá omezením. Zvláštní nařízení Evropské komise určuje, jaké postupy se při výrobě biovína smějí používat a které postupy, jinak v moderním vinařství přípustné, se u biovín naopak používat nesmějí. Mimo jiné je v biovínech omezeno přípustné množství oxidu siřičitého (SO₂), který je nutný ke konzervaci vína [12].

2.2. Vinařství v České republice

Česká republika spadá mezi menší vinařské země a nachází se v severně položených vinařských oblastech s chladným podnebím. I když chladné podnebí může mít negativní dopady, jako jsou nižší teploty během vegetačního období a období s mrazovými teplotami, existuje také pozitivní stránka. Při dozrávání hroznů dochází ke střídání vyšších denních teplot a nižších nočních teplot, což napomáhá vývoji chtěných aromatických a fenolických látek ve víně [3].

Vinařské oblasti v Čechách a na Moravě jsou dále rozděleny na šest podoblastí podle vinařského zákona č. 321/2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství. Na Moravě jsou definovány čtyři hlavní podoblasti: Mikulovská, Slovácká, Velkopavlovická a Znojemská oblast. V Čechách jsou definovány 2 oblasti, a to Mělnická a Litoměřická [13].

Tabulka 1: Počty vinařských obcí, viničních tratí a plocha jimi osázených vinic [39]

Vinařská oblast / podoblast	Počet vinařských obcí	Počet katastrálního území	Počet vinařských tratí	Počet pěstitelů	Plocha osázených vinic [ha]
Litoměřická	35	44	82	52	334,8415
Mělnická	40	56	89	92	341,1555
Čechy – ostatní				43	20,4956
Čechy	75	100	171	187	696,4926
Mikulovská	30	33	185	1872	4969,3169
Slovácká	118	133	418	6132	4335,808
Velkopavlovická	70	81	321	5401	4765,2871
Znojemská	90	105	218	881	3109,1616
Morava – ostatní				55	8,8529
Morava	308	352	1142	14341	17188,4265
Celkem ČR	383	452	1313	14528	17884,9191

2.2.1. Vinařské moravské podoblasti

Na Moravě se půda formovala na mořských a sladkovodních sedimentech, proto poskytuje ideální podmínky pro vznik originálních vín. V okolí Pálavy převažují vápenité půdy, zatímco vinice na Znojemsku leží na štěrkovitých podložích. Velkopavlovická oblast má jílovité a humózní půdy, a v oblasti severního Slovácka se nacházejí písčité půdy, zejména v okolí řeky Moravy [14].

Díky klimatickým podmínkám je Jižní Morava ideálním místem pro výrobu bílých vín s bohatým spektrem vůní a kořenitosti. Charakter těchto vín je ovlivněn střídáním teplých dní a chladných nocí během závěrečné fáze zrání hroznů, což umožňuje rozvinutí zajímavých aromatických složek. Zároveň si udržují svěží chuť a buketní látky. Při pěstování hroznů mohou ohrozit úrodu jarní mrazíky, letní krupobití nebo nadměrné srážky v období kvetení [14].

2.2.2. Produkční systémy

Moderní pěstování révy vinné směřuje k použití ekologických systémů hospodaření, které respektují vinice jako ekosystém se vzájemnými vztahy. V rámci těchto systémů se využívá několik produkčních metod, které popisují výrobu vína a jednotlivé technologické prvky. Vinohradnictví v České republice prošlo dlouhým vývojem. Z počátku se jednalo o necitlivý přístup k vinohradnictví, který byl používán převážně v druhé polovině 20. století. V dnešní době už tyto postupy výrazně ustoupily a vzrostl zájem o ekologické vinohradnictví, u kterého můžeme pozorovat obrovský nárůst ploch. Jeho kvalita a intenzita jsou srovnatelné se sousedními vyspělými státy, jako jsou Německo a Rakousko. Stále více pěstitelů vnímá přechod k ekologické produkci jako obrovskou konkurenční výhodu. Vinohradnictví v České republice kopíruje celosvětový trend směřující k ekologickému přístupu. Situační a výhledové

zprávy ministerstva zemědělství ČR ukazují rapidní přechod k regulovanému hospodaření od roku 2006. V současnosti se v ČR využívají tři systémy produkce hroznů – konvenční, integrovaná a ekologická [3,15].

Konvenční způsob pěstování vinařských plodin byl běžným přístupem v průběhu většiny 20. století. Jeho hlavním cílem bylo dosáhnout maximálního výnosu pomocí chemických hnojiv a pesticidů. Bohužel tento způsob produkce často ignoroval ohled na životní prostředí a aktivně potlačoval přirozené procesy v ekosystému vinic. Důsledkem bylo postupné zhoršování kvality půdy, protože minimalizoval přítomnost různých rostlin a živočichů. V období rozvoje chemického průmyslu vznikly nové pesticidy a herbicidy, které účinně potlačovaly škůdce a choroby vinic. Avšak tato efektivita přišla za cenu vážného narušení ekologické rovnováhy. Časté mechanické zásahy do půdy a používání herbicidů vedly ke snížení kvality půdy. V polovině 20. století dosáhl konvenční přístup svého vrcholu, kdy většina vinic byla ošetřována touto metodou [3,16].

Integrovaná produkce (IP) je zemědělský přístup, který se zaměřuje na udržitelný rozvoj agroekosystému s minimálním negativním dopadem na životní prostředí. Cílem je dosáhnout optimálních výnosů vysoce kvalitních plodin bez velkého ovlivnění nebo poškození přírody. Tento přístup se soustředí na celkové fungování agroekosystému s důrazem na zlepšení úrodnosti půdy. IP preferuje přirozené regulační mechanismy a bere v potaz ekonomickou a společenskou udržitelnost. Platí přísná mezinárodní kritéria stanovená Svazem Integrované produkce. V České republice jsou tato kritéria specifikována ve veřejně dostupných směrnících Svazu integrované produkce pro hrozny a víno, které stanovují omezení a doporučení pro technologické postupy ve zemědělství. Pokud vinař bude dodržovat daná pravidla a bude registrovaný, tak svá vína může označovat ochrannou známkou integrované produkce. V rámci systému IP jsou technologické postupy klasifikovány jako zakázané, povinné nebo doporučené [17].

Ekologické vinohradnictví a vinařství se zaměřuje na udržitelnost a ochranu životního prostředí. Při ekologickém pěstování hroznů se minimalizuje použití chemických hnojiv a pesticidů, což přispívá k zachování biodiverzity a přírodní rovnováhy v agroekosystému. Hrozny z ekologických vinic jsou využívány k výrobě biovína, které musí splňovat přísné normy a směrnice. Biovíno se vyrábí z hroznů pěstovaných bez chemických postřiků a umělých hnojiv, kde je velmi důležitý důraz na přírodní metody fermentace a zpracování. Vinaři specializující se na biovína podstupují často certifikaci, aby zajistili kvalitu a bezpečnost svých produktů. Rostoucí poptávka po biovínu souvisí s narůstajícím zájmem o udržitelnost přírody a zdravý životní styl. Na náročných trzích, jako jsou Velká Británie nebo USA, je vyžadována ekologická certifikace pro prodej biovín, což znamená, že vinaři musí aktivně dodržovat ekologické principy a standardy při celém procesu výroby od vinice až po láhev vína [18].

2.3. Technologický proces vzniku červeného vína

Proces výroby červeného vína je velmi podobný tomu, jak se vyrábí bílé víno, ale existují určité rozdíly. Důležitým faktorem je fenolická zralost hroznů ovlivňující barvu a chuť červeného vína díky antokyaninům a taninům. Tyto fenolické složky mají vliv na kvalitu finálního produktu [19].

Klíčovým krokem je **macerace**, což je proces, při kterém se extrahují taniny ze slupek a semen hroznů. Taniny ze slupek se extrahují alkoholem snadněji než taniny ze semen, které jsou chráněny silnou obalovou vrstvou [19].

Macerace probíhá ve třech fázích: **předfermentační macerace** (kdy se alkohol ještě netvoří a trvá několik hodin až dnů), **alkoholové kvašení** (kdy se zvyšuje obsah alkoholu a současně probíhá extrakce taninů ze slupek a semen) a **pofermentační macerace** (která nastává, když je obsah alkoholu 10–16 % obj. a trvá obvykle 8 dnů až měsíc). Poté se víno dále školí a zraje, podobně jako u bílých vín. Posledním krokem je lahvování, které předchází konzumaci červeného vína [19].

2.3.1. Vinobraní

Sklizeň hroznů (neboli vinobraní) je proces odehrávající se v podzimních měsících, vyžaduje pečlivou pozornost a zohlednění několika faktorů (odrůda, zdravotní stav vinice, počasí a další). Hrozny musí být sklizeny v takovém stavu, aby byly zdravé a minimálně pozměněné, což je důležité pro omezení oxidace moštu a macerace třapiny. Při sklizení je třeba se vyhnout přítomnosti listů, řapíků, zeminy a dalších úlomků ve sklizené vinné révě [20, 21, 16].

Metoda sklizně, ať už ruční nebo mechanická, závisí na zralosti a zdravotním stavu hroznů. Sklizeň se neřídí pouze obsahem cukrů v hroznech, který by měl být alespoň 19-21 °NM, ale také se sleduje obsah kyselin a poměr mezi kyselinou vinnou a jablečnou. Je důležité, aby byl jejich obsah nízký, aby se při biologickém odbourávání kyselin (BOK) nemuselo odstraňovat velké množství kyselin. Termín sklizně je ve velké míře ovlivněn vývojem počasí [20, 21, 16].

Po sklizni hroznů a před začátkem alkoholového kvašení uplynou průměrně dva dny. Způsob, jakým jsou hrozny zpracovány po sklizni, ovlivňuje kvalitu výsledného vína z 80 %. Sklizené hrozny musí být v relativně krátkém čase vylisovány a mošt vyčištěn. Je také nutné omezit rozpouštění sloučenin, které mohou způsobit hořkost a bylinné pachy, jelikož jsou spojené s pevnou částí hroznu [20, 21, 16].

Hrozny révy vinné jsou plné enzymů, které jsou potřebné pro biochemické procesy. Přeprava hroznů vyžaduje pozornost a obvykle se používají děrované plastové přepravky. Tyto přepravky se naloží na přepravní zařízení a poté se opatrně vysypou ve sklepě [20].

2.3.2. Zpracování hroznů

Zpracování hroznů na mošt zahrnuje několik **předfermentačních** technologických procesů. Je velmi nutné je začít provádět co nejdříve po sběru. Jako první se musí oddělit bobule od třapin, protože obsahují chemické látky nepříznivě ovlivňující senzorickou kvalitu výsledného vína [21].

Mlýnkování (drcení) je proces, při kterém se bobule drtí a drť se následně provzdušňuje. Čím více se víno rozdrtí, tím vyšší je výtěžek moštu. Je však důležité, aby při tomto procesu nedošlo k porušení semen nebo třapiny. Rozemleté hrozny se nazývají **rmut** [21].

Odzrňování je další krok, při kterém se ve válcích zachytávají třapiny a rmut protéká dále. Vína z odzrňovaných rmutů jsou jemnější, ale hůře se lisují a pomaleji čistí (protože třapiny usnadňují odtok moštu při lisování) [21].

Scezování je proces, při kterém se odděluje nejkvalitnější část rmutu, tzv. **samotok**. Samotok má nejmeně tříslovin a některá vína jsou vyráběna pouze ze samotoku [21].

Časným **sířením** se zabrání hnědnutí rmutu, chrání se před vzduchem a podporuje vývoj aroma. Přídavek SO₂ potlačuje oxidační enzymy, kvasinky, bakterie a zabraňuje uvolnění vzdušného dusíku.

Síření se provádí pomocí prášku pyrosulfitu draselného nebo tekutého oxidu siřičitého, který se přidává do moštu [21].

Před **lisováním** bílých vín (1 den) a červených vín (4-14 dní) se rmut nakvašuje při 20-25 °C. Tento proces, známý jako **macerace**, umožňuje extrakci barviv, polyfenolů a dalších látek (u červeného vína jsou tyto látky významnější pro výsledný produkt, je potřeba provádět maceraci déle). Lisování je mechanické oddělení šťáv – moštu [20, 16].

2.3.3. Úprava moštu

Odkalením moštu z něj odstraníme veškeré kaly tvořící se při jeho získávání a tento proces nám pomůže získat čisté čiré víno. Ovlivňujícím faktorem je stav hroznů, jejich zralost a technologie zpracování [21,16].

Cukernatost, měřená v °NM (stupních normovaného moštoměru), je klíčovým parametrem pro kvalifikaci vín a udává potenciální obsah alkoholu ve víně. Zvyšování cukernatosti ve vínech způsobuje zvýšení obsahu alkoholu ve víně. V České republice je možné zvýšit cukernatost přidávkem sacharózy nebo zahuštěním hroznového moštu [21,16].

Odkyselení, které se provádí pro zvýšení obsahu cukru, také ovlivňuje kvalitu vína. Při tomto procesu se snižuje obsah kyselin a pro tento děj se používá uhličitán vápenatý. Většinou se odkyselování provádí, když koncentrace kyselin přesáhne hodnotu 12 g/l [21,16].

2.3.4. Kvašení (fermentace)

Alkoholové kvašení je klíčový biochemický proces výroby vína, zahrnuje anaerobní přeměnu sacharidů, především zahrnující glukózu a fruktózu, na ethanol a oxid uhličitý. Fermentace se provádí za pomoci kvasinek, zejména *Saccharomyces cerevisiae*, které se běžně vyskytují v prostředí vinic [20,16,19].

Fermentace může být buď **spontánní**, kde se účastní různé druhy kvasinek, včetně nežádoucích negativně ovlivňují senzorické vlastnosti vína, nebo **řízená**, kde se mošt ošetřuje (často oxidem siřičitým), aby se inaktivovala většina kvasinek, a poté se přidává čistá kultura kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* [20,16,19].

Fermentace probíhá ve třech stádiích

1. Během **počátku kvašení** dochází k postupnému přizpůsobování přidané kultury *S. cerevisiae*
2. **Bouřlivé kvašení** je způsobeno exponenciálním růstem, rozmnožováním kvasinek a produkcí oxidu uhličitého
3. **Dokvácení** je stádium, při kterém kvasinky odumírají, jelikož už nemají k dispozici látky pro jejich růst a vyskytuje se zde vysoká koncentrace alkoholu
4. Jako poslední pozorujeme **sedimentující kvasinky ke dnu**

Při alkoholovém kvašení se vytváří ethanol a oxid uhličitý. Glukóza a fruktóza obsažené v moštu jsou dobře zpracovávány vinnými kvasinkami rodu *Saccharomyces*, kvasinky ale rozlišují tyto dva cukry a jako první je zpracovávána glukóza. Výsledný zbytkový cukr ve víně, který ovlivňuje chuť, je tedy převážně fruktóza. Kvašením také vznikají další **vedlejší produkty**, jako glycerol, kyselina mléčná, kyselina octová, kyselina jablečná, kyselina jantarová, vyšší alkoholy, estery, aldehydy, ketony, aromatické látky a diacetyl, který může negativně ovlivnit chuť vína při vyšší koncentraci [20,16,19].

Biologické odbourávání kyseliny jablečné může probíhat přirozeně, nebo je možné ho iniciovat přidáním vína, ve kterém již proběhlo. Další možností je přidání čisté kultury speciálního kmene mléčných bakterií *Oenococcus Oeni*. Před zahájením tohoto procesu nelze víno chránit před oxidací pomocí oxidu siřičitého, protože by to zničilo potřebné mléčné bakterie. Proto by se se zahájením tohoto procesu nemělo otálet. Jakmile mléčné bakterie zpracují a rozloží veškerou kyselinu jablečnou, proces biologického odbourávání kyselin se ukončuje přiměřeným zasyřením vína. Pokud by proces pokračoval, došlo by k rozkladu kyseliny citrónové, což by vedlo k vzniku diacetylu, což by nepříjemně ovlivnilo výsledné senzorycké vlastnosti vína [16].

2.3.5. Zrání a školení vína

Víno, které prošlo fermentací, je označováno jako **mladé** a prochází **procesem zrání**. Cílem je odstranit kvasničné kaly, eliminovat nadbytek oxidu uhličitého, trvale vyčistit víno a zachovat aromatické vlastnosti odrůdy. Školení vína, což zahrnuje operace od prvního stáčení kalů až po lahvování, je klíčové pro dosažení zralosti, harmonie chutí a vůní [16, 19, 20].

Stáčení mladého vína spočívá v oddělení tekutiny od kvasinek, které sedimentují na dně nádoby. Tato operace se provádí bez přístupu vzduchu, za použití inertních plynů nebo s provzdušňováním, protože by jinak mohlo dojít k narušení aromatického charakteru vína. Součástí zrání vína je **síření**, což lze provést různými způsoby, jako je spalování síry, přidání disiřičitanu draselného nebo kapalného oxidu siřičitého. Provádí se to převážně za účelem ochrany před mikroorganismy a oxidací. Důležitým prvkem **číření** je stabilizace vína za použití čiridel, která způsobují srážení koloidních částic [16, 19, 20].

Školení vín je nezbytné pro dosažení zralosti, harmonie a stability vína. Mezi tyto operace patří oddělení od kvasničných kalů, snížení obsahu CO₂, uchovávání aromatických látek, číření a filtrace. Zvláštními způsoby školení jsou školení v dřevěných sudech a sudech **barrique**, přičemž dřevěný sud uchovává původní aroma, zatímco sud barrique přidává dřevitý charakter, ale musíme počítat s vyšším mikrobiologickým rizikem [16, 19, 20].

2.3.6. Lahvování a závěrečné úpravy

Pro zajištění stability vína v láhvi a prevence vzniku sedimentů je nezbytné, aby víno prošlo pečlivým senzoryckým zhodnocením, zkouškou stability a kontrolou čistoty před samotným lahvováním. Lahvování, jako závěrečný krok ve výrobě vína, je kategorizováno do tří druhů: ruční, poloautomatické a plně automatické. Uzavírání láhví může být provedeno přírodními nebo lisovanými korky, plastovými zátkami, šroubovacími, skleněnými nebo korunkovými uzávěry [16, 20,21].

Termín **lahvování** je rozhodující a závisí na senzorycké kvalitě vína. Víno zrající v dřevěných sudech je obvykle připraveno na lahvování dříve než víno v plastových nebo nerezových nádobách. Skleněné lahve jsou preferované pro nejvyšší kvalitu vína, nabízející optimální podmínky pro skladování bez přístupu vzduchu [16, 20,21].

Skladování lahve s vínem je klíčovým faktorem. Pro červená vína se doporučuje teplota 8–12 °C, vlhkost vzduchu 70–75 % a minimalizace manipulace s lahvemi. Celkově jsou tyto postupy nezbytné pro dosažení optimální senzorycké kvality, stability a dlouhodobé uchovatelnosti vína v láhvi [16, 20,21].

2.4. Chemické složení

2.4.1. Chemické složení bobulí

Prvkové složení stolních hroznů zahrnuje pestrou škálu sloučenin, včetně cukrů, organických kyselin, aminokyselin, minerálních látek a různých antioxidačních sloučenin. Převážujícími cukry jsou glukóza a fruktóza, jejichž množství se obvykle pohybuje od 13 do 20 g na 100 g čerstvých bobulí, zatímco sacharóza je přítomna v nižším množství. Organické kyseliny, jako je kyselina vinná, tvoří 0,5-1,5 % hmotnosti bobulí. Kromě těchto látek hrozny také obsahují důležité minerální látky, jako je draslík (asi 200 mg), vápník (27 mg), hořčík (7 mg) a menší množství iontů přechodných kovů, jako je měď, železo, zinek a mangan. V malém množství jsou v bobulích stolních hroznů přítomny také antokyany, třísloviny a vitaminy (A, C, K) [22].

Studie hodnotila vliv agronomických postupů na chemické složení komerčních stolních hroznů pomocí spektroskopie a nukleární magnetické rezonance (NMR). Výzkum se zaměřil na primární metabolity, jako jsou cukry, aminokyseliny a ethanol, které se přímo podílejí na růstu a vývoji plodů. Bylo zjištěno, že množství glukózy, fruktózy, argininu a ethanolu je nejvíce závislé na způsobu pěstování. Například srovnání ekologické a konvenční produkce hroznů ukázalo vyšší obsah cukru u konvenčních postupů, což vedlo k vyššímu poměru cukru a kyselin [22].

2.4.2. Chemické složení vína

Voda je nejvíce zastoupená složka ve víně, její procentuální zastoupení činí 70-90 %. Je součástí mnoha chemických reakcí při samotné tvorbě vína nebo jeho zrání. Jediným zdrojem vody ve víně jsou samotné bobule, jelikož přidávání vody do vína je českou legislativou přísně zakázáno. Rostlina si vodu přijímá ze svého prostředí a sama si ji filtruje, takže ji zbavuje cizorodých částic nebo jiných mikrobiálních kontaminantů, které by nepříznivě mohly ovlivnit život rostliny a její plody [23].

Mezi hlavní zástupce **sacharidů** patří D-glukosa a D-fruktosa, které řadíme do skupiny monosacharidů. Jelikož cukry jsou prekurzory pro výrobu alkoholu, tak jejich zastoupení předurčuje množství alkoholu, které bude obsahovat výsledné víno. Tyto dva cukry jsou po většinu času ve stálém poměru 0,95 : 1 (D-glukosa : D-fruktosa). Během fermentace dochází k přeměně cukrů na buněčnou energii, ethanol a oxid uhličitý, jsou však metabolizovány různou rychlostí, protože kvasinky z rodu *Saccharomyces cerevisiae* přednostně zkvašují glukosu a až poté fruktosu. I při úplném zkvašení zůstává malé procento fruktosy, což vínu dodává sladší chuť. Víno se podle obsahu cukru dělí do 4 kategorií:

- Suché (max. 4 g/l)
- Polosuché (4,1–12 g/l)
- Polosladké (12,1–45 g/l)
- Sladké (min. 45,1 g/l) [23,41]

Ve víně bylo v průběhu času objeveno přibližně 30 druhů **alkoholů**, je to tedy druhá nejvíce zastoupená chemická látka ve víně. Z chemického hlediska jsou to nearomatické hydroxyderiváty uhlovodíků. Nejvíce zastoupený je ethanol vzniká kvašením cukrů pomocí *S. cerevisiae*, kdy u červených vín představuje 13–15 obj. %. Dalším velice důležitým alkoholem je glycerol, který vzniká jako vedlejší produkt alkoholového kvašení. Má velký vliv na organoleptické vlastnosti vína, dodává mu hladkost a plnost. Jeho koncentrace se pohybuje kolem 5 g/l, ale může dosáhnout až 20 g/l [21,23].

Kyseliny ve víně jsou klíčovou skupinou látek, které výrazně ovlivňují celkový charakter a kvalitu vína. Mezi hlavní organické kyseliny, které se v něm vyskytují, patří kyselina vinná, jablečná a citronová. Každá z těchto kyselin má své specifické vlastnosti a přispívá k různým aspektům chuti, vůně a stability vína. Nejdominantnější kyselinou, z hlediska koncentrace i chutě, je **kyselina vinná**, která je známá svojí výraznou kyselou chutí (někdy může být vnímána až jako nepříjemná). Pokud se dostane do styku s draselnými ionty, bude podléhat chemické reakci za vzniku vinného kamene, který může negativně ovlivnit výsledný produkt. **Kyselina jablečná** je charakteristická spíše pro bílá vína, dodává jim typickou chuť nezralých zelených jablek. Podílí se také na procesu malolaktického kvašení, kde dochází k jejímu odbourávání na kyselinu mléčnou při hlavním kvašení vína. Za tento proces jsou zodpovědné bakterie mléčného kvašení. Za svěží chuť vína zodpovídá **kyselina citronová**, která se vyskytuje pouze v nízkých koncentracích [14,21,23].

Fenolické látky, tvořící nepostradatelnou součást vína, se dělí do dvou hlavních skupin: ne flavonoidní a flavonoidní. Mezi **ne flavonoidní látky** patří hydroxybenzoové kyseliny, hydroxyskořicové kyseliny a stilbeny, zatímco mezi **flavonoidní skupinu** spadají antokyany, flavan-3-oly a flavonoly. Tyto skupiny látek mají vliv na senzorické vlastnosti vína, zahrnující jak barvu, tak chuť. V bílých vínech hraje významnou roli hydroxyskořicová kyselina, která je obsažena v bobulích a oxiduje na vzduchu, což může způsobit žloutnutí až hnědnutí vína. Vínům červeným dominují antokyany a třísloviny, které mají klíčový význam pro kvalitu. Flavonoly jsou další významnou fenolickou sloučeninou, která chrání révu před škodlivým UV zářením. Nedostatek těchto látek může vést k poškození révy sluneční spálou, což se projevuje hnědnutím slupek, zvýšenou hořkostí a hnědnutím vína. Fenoly a polyfenoly hrají roli neodmyslitelnou pro organoleptické vnímání vína. Obsah těchto látek v moštu a ve víně je ovlivněn pěstitelskými podmínkami a klimatickými faktory. U bílých vín se obsah těchto látek pohybuje do 0,25 g/l, zatímco u červených dosahuje až 4,5 g/l [14,23,24].

Dusíkaté látky jsou klíčovým faktorem ovlivňujícím jakost a aromatické vlastnosti vína. Mohou být přítomny jak v anorganické formě (amonné ionty), tak v organické podobě (aminokyseliny, enzymy, vitamíny a bílkoviny). Tyto látky jsou nezbytnou součástí výživy především pro kvasinky během procesu fermentace. Hlavními zdroji dusíku jsou amonné ionty a volné aminokyseliny, které dohromady tvoří využitelný dusík pro kvasinky během fermentace. Dusík v moštu se vyskytuje převážně v aminokyselinách, amonných solích a bílkovinách. Nedostatek využitelného dusíku pro kvasinky může vést k problémům během fermentace, jako je zpomalení procesu a zvýšení množství negativních sirnatých látek, které mohou přispět ke vzniku nevhodné chuti ve víně. Aminokyseliny jsou přirozeně vytvářeny v bobulích. Vnější faktory, jako je teplota, půdní podmínky, hnojení dusíkem a množství srážek, mají zásadní vliv na celkový podíl volných aminokyselin v moštu. Tyto látky pak slouží jako výživa pro bakterie při malolaktickém kvašení a přispívají k tvorbě aromatických látek. Přebytek bílkovin může vést k větší tvorbě bílkovinných zákalů ve víně. Celkový obsah dusíkatých látek ve víně se obvykle pohybuje v rozmezí od 250 do 4500 mg/l [14,21,23,24].

Aromatické látky jsou směsí těkavých organických sloučenin, které se vytvářejí přirozeně během zrání plodů. Tyto látky jsou důležitou složkou ovoce, které mu dodávají charakteristickou vůni a chuť. Z chemického hlediska je řadíme nejčastěji mezi alkoholy, estery, karbonylové sloučeniny, terpeny, nižší mastné kyseliny, aminy, sirné sloučeniny a další. Většina z těchto látek je jen omezeně rozpustná ve vodě. Obsah aromatických látek v potravinářských materiálech je obvykle velmi nízký,

pohybuje se zhruba od několika mg/kg až do 500 mg/kg. Výjimečně může být obsah aromatických látek ve vybraných potravinách až několik procent (například u koření nebo léčivých bylin). Kromě primárních aromatických látek (aroma), které se tvoří přímo v plodech během zrání, existují i sekundární aromatické látky (buket). Tyto se vytvářejí během technologických procesů z prekurzorů pomocí enzymatických nebo mikrobiálních reakcí. Některé aromatické látky vznikají až při ležení a zrání již vyrobených produktů, tyto se označují jako terciální aromatické látky. I když je obsah aromatických látek v ovoci velmi malý, mají zásadní vliv na jeho vůni a chuť. Například u hroznů révy vinné je obsah aromatických látek relativně nízký, obvykle kolem 200 mg/kg, což je mnohem méně než u jiných druhů ovoce. Ačkoli je jejich množství malé, stačí k dosažení typického senzorického vnímání vůně a chuti daného ovoce [24]. Mezi prekurzory vůně vína řadíme volné aminokyseliny, fosfolipidy, glykolipidy, aldehydy a fenoly. V průběhu kvašení vznikají alkylestery, které dávají vínu sekundární aromatické vlastnosti. Terpeny najdeme již v hroznech, ale v průběhu kvašení se nemění a přispívají k primárním aromatickým vlastnostem. Při zrání se měnit mohou, a poté přispívají k terciárnímu aroma [25].

2.4.2.1. *Hybridní odrůdy*

Bylo zjištěno, že vína vyrobená z hybridních odrůd obsahují výrazně nižší koncentrace potenciálně škodlivých těžkých kovů, jako je olovo (Pb), kadmium (Cd), arsen (As) a měď (Cu), než vína z klasických červených odrůd. Bylo zjištěno, že obsah těchto toxických kovů ve vínech z hybridních hroznů je o 39 % až 58 % nižší. Koncentrace železa ve vínech z hybridních hroznů byla asi 16krát nižší, než je průměrný obsah železa ve vínech z klasických červených odrůd révy vinné. [26].

Minerální složení hroznů a vína, včetně přítomnosti specifických stopových prvků, může vypovídat o zeměpisném původu vína. To naznačuje, že prvkové složení vín, zejména rozdíly v obsahu kovů a stopových prvků, se může lišit mezi víny vyrobenými z hybridních hroznů a víny vyrobenými z klasických červených odrůd, což může poskytnout informace o jejich zeměpisném původu [26].

Souhrnně lze říci, že prvkové složení vín vyrobených z hybridních hroznů vykazuje nižší koncentrace toxických kovů a železa ve srovnání s víny vyrobenými z jiných produkčních systémů [26].

2.4.3. **Minerální látky**

Minerální látky, označované také jako popeloviny, jsou důležitými složkami vína, které ovlivňují jeho senzorické parametry, včetně celkového chuťového vjemu a barvy. Jejich celkovou hmotnost můžeme změřit jako zbytek po spálení organických látek ve víně při teplotě 500 °C. Tyto látky jsou kořenovým systémem révy vinné přijímány z půdy, přičemž chemické složení a geologický původ půdy jsou hlavními faktory ovlivňujícími zastoupení jednotlivých prvků v moštu a budoucím víně.

Podle množství se minerální látky dělí na makroprvky, mikroprvky, stopové prvky a ultrastopové prvky:

- **Makroprvky** jsou obsaženy v množství stovek až deseti tisíc mg/kg a zahrnují kationty draslíku (K^+), vápníku (Ca^{2+}) a hořčíku (Mg^{2+}), které mají významný vliv na kvalitu a chuť vína
- Mezi **mikroprvky** patří měď (Cu), železo (Fe) a mangan (Mn), které ovlivňují stabilitu vína po lahvování
- **Stopové prvky** jsou obsaženy v desítkách mg/kg a zahrnují širokou škálu prvků, jako jsou hliník (Al), arsen (As), bór (B) a další. Tyto prvky jsou důležité pro fyziologické funkce organismu, avšak některé, jako olovo (Pb), kadmium (Cd) a rtuť (Hg), mohou mít toxické účinky

Minerální látky jsou obsaženy ve víně formou anorganických iontů a jejich množství je ovlivněno charakterem půdy, jejím přihnojováním a podnebím lokality. V procesu technologického zpracování vína koncentrace minerálních látek klesá až na stopové nebo ultrastopové úrovně z důvodu jejich vysrážení. Optimální koncentrace minerálních látek ve víně se pohybují v rozmezí 1,8 až 2,8 g/l, přičemž hodnoty pod 1,2 g/l mohou naznačovat přídavek vody do vína [21,23,27,28].

Existuje mnoho zdrojů a úniků, kterými se těžké kovy mohou dostat do životního prostředí. Ale s jistotou můžeme říci, že za většinu těchto úniků může člověk – výroby procesy s rizikem intoxikace těžkými kovy (zpracování rud, těžení a drcení), spalování fosilních paliv, využití průmyslových hnojiv (převážně fosfátová) a pesticidů [28].

Zdroje kovů ve víně lze rozdělit do dvou hlavních kategorií: primární a sekundární. **Primární zdroje kovů** jsou ty, které mají přírodní původ a pocházejí z půdy, kde je pěstována vinná réva. Tyto kovy jsou absorbovány révou z půdy, a nakonec se dostávají do vína prostřednictvím hroznů. Koncentrace primárních kovů je ovlivněna faktory, jako jsou odrůda hroznů, typ půdy, poloha vinice a klimatické podmínky během růstu hroznů. Na druhou stranu **sekundární zdroje kovů** ve víně jsou spojeny s vnějšími nečistotami, které mohou kontaminovat víno v různých fázích jeho výroby – od sklizně hroznů až po lahvování a skladování ve sklepech. Tyto nečistoty mohou pocházet z různých zdrojů jako jsou kovové nečistoty v půdě, zemědělské postupy, znečištění životního prostředí a jiné [32].

Tabulka 2: Mezní koncentrace těžkých kovů v půdách [29]

Těžké kovy	Mezní koncentrace [mg/kg]	
	Běžné půdy	Písky
Olovo	60	55
Arsen	20	15
Měď	60	45
Zinek	120	105
Kadmium	0,5	0,4
Rtuť	0,3	0,3
Chrom	90	55
Nikl	50	45

Nejdůležitější je dodržovat preventivní opatření ke snížení koncentrace kontaminujících kovů ve víně na minimum. To zahrnuje omezení používání strojů, nádob a materiálů obsahujících kovy, jako je zinek, a volbu vhodných kompostových hnojiv a nádob pro zpracování hroznů z nerezové oceli. Důležité je také pravidelné kontrolování stavu povrchu nádob a nástrojů. Omezit užití fungicidů kontaminovaných kovy je dalším klíčovým opatřením.

V případě již zvýšeného obsahu kovů lze využít metod ke snížení jejich koncentrace. Jedním z postupů je modré číření, které snižuje obsah železa, mědi a zinku. Tato metoda využívá hexakvanoželeznatan draselný, ale je nutné dbát na správné dávkování kvůli možné tvorbě jedovaté kyseliny kyanovodíkové. Přidání arabské gumy nebo kyseliny citronové může také pomoci vytvořením komplexu a ochranného koloidu.

Při aplikaci arabské gumy nejsou stanovena žádná omezení, ale obvyklé množství se pohybuje mezi 20 až 80 g na hektolitr vína. U kyseliny citronové je stanoveno maximální povolené množství na

1 g na litr vína. Metody pro odstranění již přítomných kovů jsou velmi obtížné, proto je klíčové minimalizovat kontaminaci kovovými látkami již při zpracování vinné révy [29,30,31].

Změny ve složení kovů během vinifikace mohou mít významný vliv na výsledný produkt vína. Zde je několik klíčových bodů, jak tyto změny ovlivňují vlastnosti vína:

1. **Organoleptické vlastnosti:** Kovy mohou ovlivnit chuť, svěžest, vůni, barvu a chuť vína. Srážedla vznikající během kvašení, zrání a skladování mohou ovlivnit celkový senzorický dojem z vína.
2. **Úloha při kvašení alkoholu:** Základní kovy jako Ca, K, Mg a Na hrají zásadní roli při regulaci buněčného metabolismu kvasinek během kvašení tím, že udržují pH a iontovou rovnováhu. Menší kovy (Cu, Fe, Mn, Zn) a stopové kovy jsou rovněž nezbytné pro aktivaci enzymů v kvasinkách.
3. **Stabilita a konzervace:** Kovy jako Cu, Fe a Mn mohou ovlivnit stabilitu vína, zejména u starších vín. Změny v obsahu kovů mohou vést k oxidačním reakcím organických sloučenin, které ovlivňují svěžest, aroma a vzhled vína. Tento jev, známý jako "hnědnutí", může vést ke ztrátě kvality a stability vína.
4. **Srážení a zakalení:** Srážení vinanů draslíku a vápníku může ovlivnit úroveň pH a přispět k zakalení vína jelikož sráží bílkoviny. Kromě toho může mít tvorba zákalů Al, Cu a Fe vliv na konzervaci vína.
5. **Změny obsahu kovů:** Během fermentace jsou koncentrace kovů ve víně nižší než v hroznové šťávě a moštu v důsledku různých srážecích procesů. Kvasinky spotřebovávají některé kovy, což vede k jejich snížení v konečném produktu. Procesy číření a skladování dále ovlivňují obsah kovů ve víně, přičemž některé kovy jsou vyloučeny nebo vysráženy za účelem stabilizace vína.

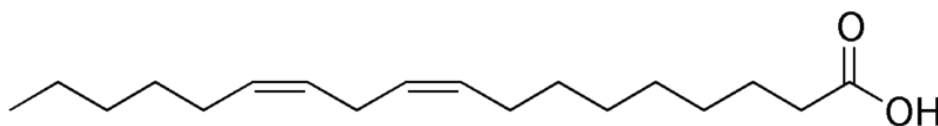
Celkově mohou změny ve složení kovů během vinifikace ovlivnit senzorické vlastnosti, stabilitu a konzervaci vína, což zdůrazňuje důležitost pochopení a řízení obsahu kovů v průběhu celého procesu výroby vína [32].

Tabulka 3: Přehled koncentrací vybraných kovů v českých vínech [32]

Kov	Koncentrace [µg/ml]	Kov	Koncentrace [µg/ml]
Draslík	553–3056	Stroncium	0,34–0,53
Sodík	2–110	Barium	0,09–0,12
Vápník	40–210	Kobalt	0–0,018
Hořčík	7,8–138	Chrom	0,032–0,037
Železo	0,9–5,2	Lithium	0,015–0,052
Mangan	0,28–3,26	Vanad	0,020–0,054
Rubidium	0,56–1,20		

2.4.4. Kovy a toxické kovy

Organoleptické vady obvykle prozrazují chybné a nepříjemné vůně, které jsou způsobeny nedostatky, vadami a nemocemi vína v průběhu zpracování. U vín z nedostatečně vyzrálých hroznů se mohou objevit zelené vůně způsobené specifickými molekulami obsaženými v zelených částech rostlin, jako jsou kyselina linolová nebo lignin [24].



Obrázek 2: Kyselina linolová

Toxické kovy patří mezi látky, které mohou významně kontaminovat zemědělské půdy. V přírodních podmínkách se vyskytují v malých množstvích, avšak lidskou činností se jejich obsah v půdě zvyšuje (zejména v povrchové vrstvě). Akumulace toxických kovů v půdě má významný ekologický dopad, protože v orné vrstvě probíhá intenzivní mikrobiální aktivita a regulace koloběhu prvků, které se následně zapojují do potravinového řetězce [24].

Forma a množství toxických kovů v půdách závisí na různých faktorech, jako je přirozené minerální složení půdy, intenzita zvětvávání, obsah jílových minerálů a množství organických látek a humusu. Každá půda má určitou požadovanou hodnotu koncentrace toxických kovů, která vyjadřuje jejich přirozený obsah. V důsledku lidské činnosti se toxické kovy dostávají do půdního prostředí a jejich hladina překračuje přirozenou úroveň. Hlavními zdroji kontaminace jsou produkty průmyslové činnosti, doprava a energetika. Zejména emise zasahují do celé biosféry a negativně ovlivňují faktory úrodnosti půdy [24].

Obsah toxických kovů v půdách je hodnocen v souladu s limity uvedenými ve vyhlášce č. 13/1994 Sb., která upravuje limity pro prvky jako arsen, antimon, kadmium, kobalt, chrom, měď, rtuť, molybden, nikl, olovo, vanad a zinek [24].

Rtuť je těžký kov, který může mít toxické účinky na nervový systém. Existuje v různých formách, zahrnující elementární (kovovou), anorganickou (například chlorid rtuťnatý) a organickou (například metylrtuť). Organické formy rtuti, jako je metylrtuť, jsou obzvláště toxické a mohou se hromadit v potravním řetězci (převážně je najdeme v rybách). Otrava rtutí může vyvolat neurologické poruchy, poškození ledvin a kardiovaskulární problémy. Vysoké dávky rtuti jsou považovány za životu nebezpečné. Rtuť se v potravinách reguluje prostřednictvím různých úřadů, jako je například FDA a WHO [40].

Arzen je polokov, který se vyskytuje jak v organické, tak v anorganické formě. Ve vysokých koncentracích je arzen považován za životu nebezpečný. Arzen je přirozeně se vyskytujícím prvkem, který se nachází v zemské kůře a může kontaminovat vodní zdroje a potraviny v důsledku přírodních procesů i lidské činnosti. Chronická expozice arsenu, zejména jeho anorganické formě, je spojována s různými zdravotními problémy, včetně kožních lézí, kardiovaskulárních onemocnění a některých typů rakoviny. Toxicita arsenu závisí na jeho chemické formě; anorganický arzen je obecně toxičtější než organické formy [40].

Kadmium je těžký kov, který se může časem hromadit v těle. Je vedlejším produktem výroby zinku, olova a mědi, který může kontaminovat půdu, vodu a plodiny. Chronická expozice kadmiu, zejména skrze konzumaci kontaminovaných potravin, může vést k poškození ledvin, poruchám kostí a dýchacím potížím. Kadmium se hromadí v těle a má dlouhý poločas rozpadu, což přispívá k jeho toxickým účinkům [40].

Olovo je také těžký kov, který může ovlivňovat více orgánů v těle. Ve vysokých dávkách je považováno za životu nebezpečné. Olovo je široce rozšířenou kontaminující látkou v životním prostředí, která se může dostat do potravinového řetězce prostřednictvím kontaminované půdy, vody a obalů

potravin. Expozice olovu je zejména škodlivá pro děti, ovlivňuje jejich kognitivní vývoj, chování a celkové zdraví. Otrava olovem může mít významný dopad i na dospělé, přičemž může způsobit kardiovaskulární problémy, reprodukční potíže a neurologická poškození [40].

2.5. Metody prvkové analýzy vína

2.5.1. Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

Indukčně vázaná plazma s hmotnostním spektrometrem (ICP-MS) je vysoce účinná analytická metoda pro stanovení prvkového složení v různých typech matric. Tato technologie byla poprvé představena v roce 1983 a od té doby se stala široce používanou díky svým výhodám, včetně velmi nízkých detekčních limitů (v řádu ng/l), rychlosti analýzy a širokého lineárního rozpětí. Navzdory vysokým pořizovacím a provozním nákladům postupně nahrazuje tradiční metody, jako je atomová absorpční spektrometrie a emisní spektrometrie [33,34,35,36].

ICP-MS kombinuje dvě hlavní techniky: indukčně vázanou plazmu (ICP) jako zdroj iontů a hmotnostní spektrometrii (MS) k analýze těchto iontů. Vzorek, obvykle ve formě vodného roztoku, je nasáván do zmlžovače. Tato směs je následně vytlačována do plazmového hořáku, kde je udržována argonová plazma při vysokých teplotách (většinou 7 000 - 8 000 K) pomocí elektromagnetického pole. Ionty jsou následně vytvořeny v této plazmě a jsou nasměrovány do hmotnostního spektrometru, kde jsou analyzovány [34,35,36].

Existují různé verze hmotnostního spektrometru, nejběžnější je kvadrupólový, který nabízí rychlé skenování a spolehlivý výkon. Kvadrupólový princip spočívá v separaci iontů v elektromagnetickém poli. Ionty s různými hmotnostmi jsou směřovány tak, aby dopadly na detektor v určeném čase. Další možností je hmotnostní spektrometr s vysokým rozlišením, který nabízí velmi nízkou citlivost a úroveň vedlejšího šumu, ale má delší dobu analýzy [34,35,36].

2.5.2. Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

Optická emisní spektrometrie (OES) je metoda, která zkoumá záření emitované excitovanými atomy nebo ionty prvků, které byly dodány tepelnou energií. Když se zkoumaná látka dostane do excitovaného stavu, atomy v něm setrvávají jen krátkou dobu a poté přecházejí na nižší energetické hladiny. To vede k emitování polychromatického nespojitého záření. Analytické informace jsou obsaženy v emisním čárovém spektru, který vzniká při přechodech valenčních elektronů atomů nebo iontů prvků mezi různými energetickými hladinami [25,37,38].

Metoda optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) je podobná technice ICP-MS. Při analýze prochází vzorek procesem ionizace v argonovém plazmatu, přičemž transport, zmlžování vzorku a formace plazmatu probíhají stejně jako u ICP-MS. Avšak pro identifikaci a kvantifikaci prvků se analyzuje svazek vygenerovaných fotonů.

Pro izolaci analytických čar se používají monochromátory nebo polychromátory. Monochromátory oddělují úzký interval vlnových délek, zatímco polychromátory umožňují stanovit široký interval vlnových délek. Emitované záření je dále vedeno na detektor, kde jsou izolované fotony detekovány pomocí fotonásobičů. Princip fotonásobiče spočívá ve vyvolání fotoelektrického efektu při dopadu fotonů na fotokatodu, následované emisí elektronů, které jsou urychleny a násobeny na dynodách, čímž se zvyšuje signál [25,37,38].

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1. Výběr a popis vzorků vín

Pro tuto experimentální část bylo vybráno 29 vzorků červených moravských vín. Vzorky byly důkladně vybrány dle jejich dostupnosti v různých velko i maloobchodních řetězcích, vinařstvích a podobně podle kritéria původu z vinařské oblasti Morava. Většina těchto vín byla vyrobena od roku 2021 do 2022, do experimentu byly však zakomponovány ojediněle i starší ročníky viz 2018 a 2019.

Do výběru jednotlivých odrůd vín se také promítla jejich oblíbenost v pěstování, podle přehledu v tabulce č. 1 můžeme pozorovat, že mezi nejoblíbenější červená vína pěstovaná na Jižní Moravě patří frankovka, Zweigeltrebe, Rulandské modré a Cabernet. Do experimentu bylo také zařazeno jedno víno z odrůdy PIWI a 4 vína z BIO produkce, původně bylo zamýšleno do experimentu zahrnout více PIWI nebo BIO vín, ale dle dostupnosti a ceny byl jejich počet omezen pouze na daná vybraná vína. Z jednotlivých podoblastí bylo vybráno od 6 do 8 vzorků vín. V tabulce č. 1 jsou uvedeny jednotlivá vybraná vína a základní informace o nich, jako je ročník, odrůda, vinařství a další.

Tabulka 4: Přehled vzorků použitých pro analýzu, Oblast mikulovská a slovácká

Podoblast	Označení vzorku	Odrůda	Ročník	Jakostní stupeň	Vinařství	Obec	Trat'	Bio (A / N)
mikulovská	1	Frankovka barruque	2021	pozdní sběr	Moravíno Valtice	Valtice	Hintertály	N
	2	Merlot	2021	pozdní sběr	Moravíno Valtice	Valtice	Kačisdorfské pole	N
	3	Cabernet Sauvignon	2021	pozdní sběr	Moravíno Valtice	Valtice	Kačisdorfské pole	N
	4	Merlot	2019	pozdní sběr	Vinařství Ilisas	Pavlov	Slunný vrch	A
	5	Pinot Noir	2020	pozdní sběr	Vinařství Ilisas	Pavlov	Slunný vrch	A
	6	Pinot Noir + Merlot	2020	pozdní sběr	Havran	Mikulov	Tuold	N
	7	Rulandské modré	2019	pozdní sběr	Havran	Mikulov	Tuold	N
	8	Rulandské modré	2018	pozdní sběr	Havran	Mikulov	Tuold	N
slovácká	9	Zweigeltrebe	2020	pozdní sběr	Rodinné vinařství Beneš	Hrušky	Hastrmany	N
	10	Cabernet Sauvignon	2022	odrůdové	Rodinné vinařství Beneš	Hrušky	-	N
	11	Frankovka	2022	pozdní sběr	Rodinné vinařství Beneš	Hrušky	Hastrmany	N
	12	Merlot	2021	výběr z hroznů	Rodinné vinařství Beneš	Hrušky	Hastrmany	N
	13	Frankovka	2020	pozdní sběr	Skalák	Nechvalín	Borový čtvrť	N
	14	Hibernal	2022	pozdní sběr	Matouškovi	Míkovice	-	N

Tabulka 5: Přehled vzorků použitých pro analýzu, Oblast velkopavlovická a znojemská

velkopavlovická	15	Frankovka	2020	pozdní sběr	rodinné vinařství Sedlák	Velké Bílovice	Dlouhá hora	N
	16	Cabernet Sauvignon	2022	pozdní sběr	rodinné vinařství Sedlák	Velké Bílovice	-	N
	17	Zweigeltrebe	2021	pozdní sběr	rodinné vinařství Sedlák	Velké Bílovice	Nová hora	N
	18	Frankovka	2021	pozdní sběr	Mádl Malý vinař	Velké Bílovice	-	N
	19	Zweigeltrebe	2022	pozdní sběr	Mádl Malý vinař	Velké Bílovice	-	N
znojemská	20	Zweigeltrebe	2021	pozdní sběr	Vinařství Špalek	Kraví Hora	Kraví Hora	A
	21	Rulandské modré	2020	pozdní sběr	Vinařství Špalek	Kraví Hora	Kraví Hora	A
	22	Rulandské modré	2022	pozdní sběr	Gastvín	Šanov	U vinohradu	N
	23	Zweigeltrebe	2022	pozdní sběr	Gastvín	Božice	Stará hora	N
	24	Frankovka	2023	pozdní sběr	Gastvín	Božice	Stará hora	N
	25	Rulandské modré	2022	odrůdové	Templářské sklepy	Čejkovice	-	N
	26	Frankovka	2020	zemské	Oulehla	Dolní Kounice	Karlov	N
	27	Svatovavřínecké	2022	zemské	Vinařství Thaya	Dyjákovičky	Ořechový vrch	N

3.2. Analýza vína

Veškerá měření uvedená níže byla prováděna v laboratořích ústavu Chemie potravin a biotechnologií na Fakultě chemické Vysokého učení technického v Brně.

Pro daná měření byly, pokud nebude uvedeno jinak v kapitolách o jednotlivých měřeních, použity automatické pipety a vhodné plastové špičky, běžné laboratorní sklo (kádinka velká či malá, odměrný válec, ...), plastové zkumavky s víčky pro uchování vzorků, stříčky s destilovanou vodou, vývrtka, mrazící box.

3.3. Analýza anorganických kontaminantů pomocí ICP-OES

3.3.1. Použitý přístroj

Optický emisní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem Horiba Scientific Ultlima 2

3.3.2. Postup analýzy

Analýza byla prováděna prostřednictvím přístroje Horiba Scientific Ultlima 2 s automatickým dávkovačem vzorků. Prvky byly čerpány pomocí peristaltické pumpy do zmlžovače. Plazma byla generována v hořáku s radiálním uspořádáním pomocí radiofrekvenčního generátoru o výkonu 1400 W. Jako zdroj plynu pro tvorbu plazmy byl používán argon. Průtok plynu byl nastaven na 14 l/min. Detekce byla prováděna fotonásobičem. Pomocí ICP – OES byly stanoveny makroprvky – Zn, P, Mn, Fe, Mg, Cu, Ca, Na, K.

3.3.3. Postup přípravy kalibrační sady

První část kalibračních roztoků pro analýzu makroprvků byla připravena ze standardního roztoku s prvky P, Ca, Na, K o koncentracích 1 mg/l, 10 mg/l a 50 mg/l. Druhá část kalibračních roztoků pro analýzu mikroprvků byla připravena ze standardního roztoku s prvky As, Se, Mo, Cr, Zn, Sb, Cd, Pb, Co, Ni, Mn, Fe, Mg, V, Cu, Ti o koncentracích 0,1 mg/l, 1 mg/l a 10 mg/l.

3.3.4. Příprava vzorků vína

Roztoky vzorků vína nebyly nijak upravovány. Pro ICP – OES byly roztoky ředěny v poměru 1 ml vzorku vína a 9 ml deionizované vody. Vzorky byly ihned analyzovány.

3.3.5. Nastavení přístroje

ICP – OES byly měřeny vybrané makroprvky. Vstupní šterbina byla pro všechny prvky 20 μ m a výstupní šterbina byla 15 μ m Nastavení přístroje bylo zvoleno za účelem dosažení maximálního poměru signálu k šumu:

- Výkon RF: 1400 W (pro mikroprvky) a 1200 W (pro makroprvky)
- Průtok plynu: 14 l/min
- Průtok pomocného plynu: 0,6 l/min
- Průtok ve zmlžovači: 0,8 l/min

3.4. Analýza anorganických kontaminantů pomocí ICP-MS

3.4.1. Použitý přístroj

Hmotnostní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem Agilent ICP–MS 7500CE

3.4.2. Postup analýzy

Analýza byla prováděna pomocí přístroje Agilent ICP–MS 7500CE s automatickým dávkovačem vzorků. Do zmlžovače byl vzorek čerpán peristaltickou pumpou. Jako zdroj plynu pro tvorbu plazmy byl využíván argon. Plazma byla generována v hořáku s axiální orientací s radiofrekvenčním generátorem o výkonu 1400 W. Průtok argonu byl nastaven na 14 l/min. Pomocí ICP – MS byly stanoveny mikroprvky – Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, In, Ba, Pb, Bi.

3.4.3. Postup přípravy kalibrační sady

Kalibrační roztoky pro analýzu mikroprvků byly připraveny ze standartního roztoku Astasol. Byly připraveny tři kalibrační roztoky o koncentraci 1 µg/l, 10 µg/l a 1 mg/l.

3.4.4. Příprava samotných vzorků

Roztoky vzorků vína nebyly nijak upravovány. Pro ICP–MS byly roztoky ředěny deionizovanou vodou v poměru 2 ml vzorku vína a 8 ml deionizované vody. Vzorky byly ihned analyzovány.

3.4.5. Nastavení přístroje

ICP – MS byly měřeny vybrané izotopy. Pro každý prvek byl měřen izotop zvolený na základě co nejvyššího zastoupení a co nejnižší úrovně zatížení interferencemi. Nastavení přístroje bylo zvoleno za účelem dosažení maximálního poměru signálu k šumu:

- Výkon RF: 1400 W
- Průtok plynu: 14 l/min
- Průtok pomocného plynu: 0,6 l/min
- Průtok ve zmlžovači: 0,8 l/min

3.5. Statistická analýza

Při analýze vzorků vína byla vybrána a použita analýza rozptylu k posouzení, zda naměřené koncentrace vzorků prokazují statistický rozdíl mezi konkrétními skupinami vín:

1. Vína pocházející z bioprodukce a vína z ostatních produkčních systémů
2. Vína ze čtyřech vinařských jihomoravských podoblastí – znojemská, mikulovská, velkopavlovická a slovácká

Pro vyhodnocení dat byla aplikována jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). V rámci této analýzy byl testován pouze jeden parametr, a to konkrétní analyt, týkající se koncentrace určité látky. Hlavním cílem bylo zjistit, zda se chemické složení vín významně liší v závislosti na použité agrotechnice a na oblasti pěstování.

Pro daný test byly sestaveny 2 základní hypotézy. Hypotéza H_0 předpokládala, že rozdíly v prvkovém složení mezi biovíny a víny z ostatních produkčních systému (nebo mezi víny z jihomoravských podoblastí) nemá statistický význam. Naopak hypotéza H_1 předpokládala opak, že rozdíly jsou pro statistické zpracování významné.

Pro nastavení analýzy rozptylu byla použita hladina spolehlivosti na 95 %. Výsledkem analýzy je hodnota P . Pokud je P blízko nebo $<0,05$, tak přijímáme alternativní hypotézu H_1 , tedy pozorujeme statistický rozdíl. V takovém případě jsou následně diskutovány výsledky podrobně a porovnávány s jinými studiemi.

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1. Výsledky analýzy

V tabulce číslo 6 a 7 můžeme vidět hodnoty minimální, maximální a průměrné koncentrace jednotlivých kovů rozdělených dle podoblastí. V posledních dvou tabulkách číslo 8 a 9 vidíme kompletní přehled jednotlivých koncentrací stanovovaných kovů ve všech analyzovaných vzorcích.

V následujících kapitolách se budeme věnovat podrobnějšímu statistickému rozboru jednotlivých skupin červených moravských vín. V první části se budeme zaměřovat na porovnání celkových výsledků s legislativou. V dalších kapitolách se zaměříme na porovnání biovín a vín z ostatních produkčních systémů a také budeme porovnávat rozdíly mezi koncentracemi z jednotlivých moravských podoblastí.

Tabulka 6: Přehled průměrných, minimálních a maximálních naměřených hodnot u daných kovů v jednotlivých oblastech

		Be	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	In	Ba
MIK	Průměr	0,0017	0,0154	0,0400	0,0028	0,0378	0,1447	0,7880	0,0496	0,0003	0,0642	0,0901
	Min	0,0001	0,0001	0,0222	0,0011	0,0191	0,0483	0,3561	0,0131	0,0001	0,0091	0,0570
	Max	0,0042	0,0391	0,0654	0,0043	0,0473	0,5624	1,1583	0,1914	0,0012	0,1901	0,1380
SLO	Průměr	0,0006	0,0089	0,0351	0,0019	0,0441	0,0736	0,6215	0,0210	0,0003	0,0289	0,0700
	Min	0,0001	0,0011	0,0192	0,0011	0,0301	0,0182	0,3233	0,0123	0,0002	0,0112	0,0470
	Max	0,0023	0,0472	0,0722	0,0052	0,0693	0,1402	1,8241	0,0285	0,0004	0,0561	0,0910
VLP	Průměr	0,0011	0,0304	0,0483	0,0029	0,0376	0,0209	0,8030	0,0172	0,0003	0,0143	0,0650
	Min	0,0001	0,0013	0,0381	0,0023	0,0291	0,0191	0,4731	0,0141	0,0001	0,0133	0,0520
	Max	0,0014	0,1091	0,0563	0,0035	0,0482	0,0263	1,0220	0,0231	0,0004	0,0156	0,0900
ZNO	Průměr	0,0007	0,0027	0,0476	0,0024	0,0464	0,0983	0,7028	0,0148	0,0002	0,0136	0,0589
	Min	0,0001	0,0001	0,0231	0,0011	0,0211	0,0213	0,3693	0,0111	0,0001	0,0101	0,0320
	Max	0,0024	0,0062	0,0992	0,0034	0,0834	0,3811	1,2790	0,0184	0,0003	0,0162	0,0930

Tabulka 7: Přehled průměrných, minimálních a maximálních naměřených hodnot u daných kovů v jednotlivých oblastech

		Pb	Bi	Zn	P	Mn	Fe	Mg	Ca	Na	K
MIK	Průměr	0,0064	0,1515	2,170	151,6	1,874	3,210	78,76	76,04	33,32	973,4
	Min	0,0032	0,0034	1,634	82,49	1,263	0,091	54,78	52,15	13,16	718,8
	Max	0,0141	1,075	2,913	250,7	2,322	6,121	99,83	91,15	91,15	1269
SLO	Průměr	0,0058	0,0214	1,848	79,34	1,713	2,403	58,75	66,53	12,89	667,4
	Min	0,0033	0,0032	1,641	48,33	1,351	0,664	45,40	48,61	8,453	628,6
	Max	0,0074	0,0541	2,004	131,7	1,941	7,662	74,74	85,76	19,76	812,6
VLP	Průměr	0,0041	0,0081	2,008	104,7	1,901	5,022	82,01	76,11	17,77	755,3
	Min	0,0031	0,0051	1,642	53,49	1,665	3,461	73,93	63,12	11,67	645,2
	Max	0,0063	0,0105	2,181	206,4	2,062	6,445	103,7	83,42	23,02	881,9
ZNO	Průměr	0,0037	0,0075	1,852	115,8	1,513	4,133	71,26	76,27	22,71	696,7
	Min	0,0022	0,0041	1,582	89,49	1,012	1,417	62,10	52,76	7,872	520,6
	Max	0,0074	0,0134	2,144	175,4	2,044	13,42	83,31	106,5	49,30	946,9

Tabulka 8: Přehled všech naměřených koncentrací u jednotlivých vzorků [mg/l]

Podoblast	Vzorek	Be	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	In	Ba
mikulovská	1	0,0021	0,0391	0,0253	0,0031	0,0473	0,5624	0,9713	0,1914	0,0012	0,1901	0,138
	2	0,0023	0,0383	0,0282	0,0043	0,0452	0,0483	0,9472	0,0783	0,0001	0,1621	0,132
	3	0,0012	0,0381	0,0274	0,0042	0,0424	0,1221	0,8803	0,0505	0,0003	0,0905	0,117
	4	0,0004	0,0002	0,0222	0,0024	0,0191	0,1174	0,5261	0,0161	0,0001	0,0202	0,057
	5	0,0003	0,0001	0,0253	0,0012	0,0202	0,0584	0,3561	0,0171	0,0002	0,0193	0,064
	6	0,0001	0,0012	0,0654	0,0011	0,0391	0,1363	1,1583	0,0131	0,0003	0,0123	0,064
	7	0,0033	0,0031	0,0621	0,0031	0,0443	0,0513	0,7261	0,0154	0,0001	0,0102	0,075
	8	0,0042	0,0033	0,0641	0,0033	0,0451	0,0611	0,7382	0,0152	0,0002	0,0091	0,074
slavická	9	0,0002	0,0011	0,0193	0,0011	0,0323	0,0385	0,3514	0,0285	0,0002	0,0561	0,074
	10	0,0004	0,0012	0,0192	0,0014	0,0301	0,1054	0,3931	0,0222	0,0003	0,0322	0,054
	11	0,0003	0,0014	0,0214	0,0011	0,0361	0,1402	0,4652	0,0203	0,0003	0,0312	0,080
	12	0,0002	0,0011	0,0222	0,0013	0,0314	0,1001	0,3233	0,0165	0,0004	0,0234	0,074
	13	0,0001	0,0472	0,0722	0,0052	0,0655	0,0394	1,8241	0,0262	0,0002	0,0191	0,091
	14	0,0023	0,0014	0,0564	0,0013	0,0693	0,0182	0,3721	0,0123	0,0002	0,0112	0,047
velkopavlovická	15	0,0012	0,0282	0,0381	0,0031	0,0291	0,0194	0,8554	0,0231	0,0003	0,0153	0,053
	16	0,0014	0,0044	0,0383	0,0024	0,0334	0,0191	0,7842	0,0154	0,0004	0,0156	0,052
	17	0,0014	0,1091	0,0545	0,0031	0,0361	0,0201	0,8805	0,0192	0,0003	0,0133	0,052
	18	0,0001	0,0013	0,0541	0,0023	0,0414	0,0195	0,4731	0,0144	0,0001	0,0133	0,090
	19	0,0012	0,0092	0,0563	0,0035	0,0482	0,0263	1,022	0,0141	0,0002	0,0141	0,078
znojemská	20	0,0003	0,0011	0,0231	0,0011	0,0214	0,0305	0,8311	0,0155	0,0001	0,0141	0,078
	21	0,0004	0,0024	0,0251	0,0024	0,0211	0,0401	0,5143	0,0152	0,0002	0,0153	0,063
	22	0,0024	0,0061	0,0433	0,0031	0,0425	0,3811	0,5591	0,0162	0,0003	0,0162	0,046
	23	0,0003	0,0034	0,0454	0,0023	0,0312	0,0974	0,3871	0,0163	0,0001	0,0131	0,032
	24	0,0001	0,0012	0,0391	0,0015	0,0434	0,0782	0,3693	0,0131	0,0002	0,0112	0,032
	25	0,0012	0,0062	0,0494	0,0031	0,0461	0,0345	1,014	0,0184	0,0003	0,0162	0,093
	26	0,0003	0,0014	0,0992	0,0023	0,0834	0,1032	0,6681	0,0122	0,0001	0,0101	0,045
	27	0,0003	0,0001	0,0562	0,0034	0,0821	0,0213	1,279	0,0111	0,0003	0,0123	0,082

Tabulka 9: Přehled všech naměřených koncentrací u jednotlivých vzorků [mg/l]

Podoblast	Vzorek	Pb	Bi	Zn	P	Mn	Fe	Mg	Ca	Na	K
mikulovská	1	0,0141	1,075	2,561	161,7	2,192	6,121	97,11	91,15	91,15	718,8
	2	0,0053	0,0181	2,562	167,1	2,322	6,042	99,83	83,92	47,06	1269
	3	0,0041	0,0783	2,913	168,0	2,235	5,252	92,08	81,90	46,35	1205
	4	0,0032	0,0165	2,263	250,7	1,574	4,331	66,62	72,73	13,16	837,3
	5	0,0033	0,0121	1,634	213,8	2,253	1,743	89,66	72,59	20,48	982,3
	6	0,0111	0,0034	1,878	82,49	1,263	0,091	54,78	52,15	16,26	1038
	7	0,0063	0,0043	1,761	86,01	1,623	1,363	67,68	82,78	16,51	869,7
	8	0,0041	0,0043	1,791	83,19	1,532	0,733	62,30	71,13	15,55	867,0
slovácká	9	0,0063	0,0541	1,833	73,83	1,851	2,197	53,85	58,87	9,831	628,6
	10	0,0061	0,0265	1,771	48,86	1,351	0,664	48,09	48,61	8,453	648,8
	11	0,0074	0,0231	2,004	82,69	1,914	1,021	61,16	55,71	12,06	631,2
	12	0,0051	0,0175	1,944	131,7	1,632	0,963	69,24	85,58	19,76	812,6
	13	0,0063	0,0032	1,892	90,60	1,591	7,662	74,74	64,63	17,28	634,4
	14	0,0033	0,0042	1,641	48,33	1,941	1,912	45,40	85,76	9,96	648,8
velkopavlovická	15	0,0035	0,0105	2,181	91,29	2,051	6,445	73,93	73,43	18,77	881,9
	16	0,0041	0,0105	2,092	53,49	1,665	6,258	75,53	82,64	17,69	677,0
	17	0,0033	0,0082	1,974	66,37	1,976	4,893	74,89	77,94	23,02	766,1
	18	0,0031	0,0064	1,642	105,9	2,062	4,051	103,7	63,12	11,67	806,5
	19	0,0063	0,0051	2,151	206,4	1,752	3,461	81,99	83,42	17,71	645,2
znojemská	20	0,0023	0,0134	2,144	89,49	1,571	2,031	63,12	52,76	7,872	616,8
	21	0,0035	0,0111	2,081	102,8	1,414	1,573	72,26	70,90	10,39	672,1
	22	0,0051	0,0053	1,673	175,4	1,671	2,189	67,82	106,5	25,62	946,9
	23	0,0033	0,0075	1,582	101,2	1,386	2,057	78,18	67,79	27,64	646,1
	24	0,0031	0,0073	1,582	132,7	1,012	1,417	69,85	72,59	12,79	520,6
	25	0,0074	0,0075	2,074	105,4	2,044	8,413	83,31	87,06	33,43	629,4
	26	0,0022	0,0041	1,771	114,6	1,291	13,42	62,10	63,10	49,30	758,0
	27	0,0023	0,0041	1,911	105,0	1,711	1,962	73,45	89,48	14,67	783,7

4.2. Celkové zhodnocení prvkového složení moravských červených vín

V této kapitole se budeme zabývat celkovým pohledem a zhodnocením výsledků měření této bakalářské práce. Dle výsledků analyzovaných prvků v moravských červených vínech nebyla překročena legislativní hranice (hodnoty byly kontrolovány u prvků, u kterých je stanovený přesný limit maximální povolené hodnoty). Tyto hodnoty byly porovnávány s OIV, kde byly určeny kovy jako arsen, kadmium, měď, zinek a jiné látky [53].

Pro další porovnání byly vybrány studie Zuzany Slavíkové a kolektivu (2024) [52] a Justyna Płotka-Wasyłka a kolektivu (2018) [51], kdy byly analyzovány česká a světová (americká, francouzská, německá, řecká, maďarská, italská, španělská a polská) vína v rámci prvkové analýzy.

V rámci porovnávání nebyly nalezeny významné rozdíly u většiny kovů v různých zemích. Ale v některých případech byly pozorovány významně zvýšené koncentrace některých kovů. Například koncentrace kadmia stanovená v maďarských nebo španělských vínech překračovala maximální povolenou hranici stanovenou organizací OIV, kdy v některých vínech byla stanovena hodnota 0,54 mg/l, ale povolená je maximální koncentrace 0,01 mg/l. V tomto případě se jedná o velké rozdíly od povolených hodnot. Jelikož se jedná o kadmium jako toxický kov, je potřeba tyto koncentrace hlídat z důvodu lidského zdraví.

Dále v případě mědi byla v rámci této bakalářské práce stanovena nejvyšší koncentrace ve 27 vzorcích vína na 0,5620 mg/l, což odpovídá maximální povolené koncentraci 1 mg/l. V rámci studie Zuzany Slavíkové tato hodnota také překročena nebyla. Ale ve vypracované studii z roku 2018 byla určena nejvyšší koncentrace mědi v českých vínech 6,827 mg/l. Tato hodnota je výrazně nad maximální povolenou hranicí. V těchto případech je potřeba daný vzorek vína analyzovat vícekrát pro vyloučení chyby.

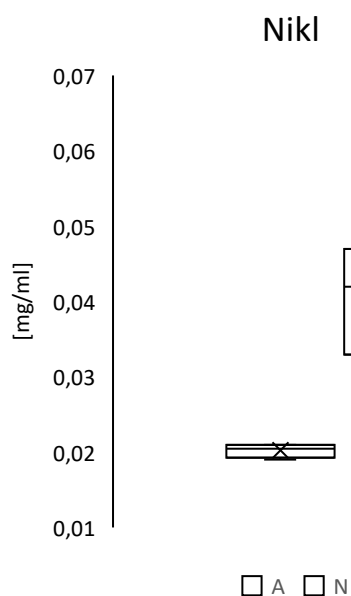
U olova byly koncentrace měřené v rámci této bakalářské práce a studie Zuzany Slavíkové velmi blízké, ale při porovnání se studií z roku 2018 jsme se blížili opět ke značným rozdílům, jelikož zde byla opět nejvyšší naměřená koncentrace olova v českém víně 1,253 mg/l. V tomto případě se opět jedná o alarmující hodnoty a je potřeba další analýzy pro potvrzení správnosti.

4.3. Porovnání prvkového složení mezi biovíný a víny z konvenční produkce

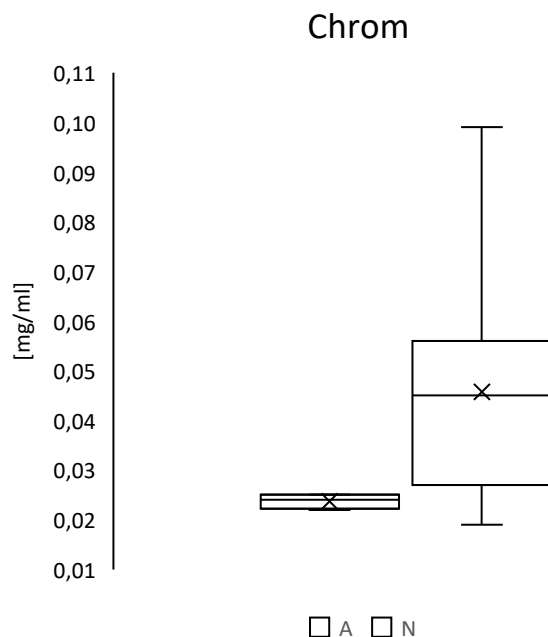
V tabulce č. 10 jsou zpracovány výsledky analýzy rozptylu ve formě P hodnot jednotlivých kovů. V tomto případě jsme studovali rozdíly mezi biovíný a víny z jiných produkčních systémů. Z výsledných P hodnot je evidentní, že rozdíly nejsou patrné, až na výjimku jednoho prvku, a to niklu. Chrom se velmi blížil hladině spolehlivosti 0,05. Pro lepší znázornění můžeme daný rozdíl pozorovat na obrázku č. 3, kde je vyobrazený krabicový graf.

Tabulka 10: Výsledné hodnoty P pro test ANOVA

Prvek	P [-]	Prvek	P [-]	Prvek	P [-]
Be	0,1227	As	0,5173	P	0,4515
V	0,2879	Cd	0,6851	Mn	0,8435
Cr	0,0521	In	0,4842	Fe	0,3982
Co	0,1487	Ba	0,6218	Mg	0,9745
Ni	0,0039	Pb	0,1096	Cu	0,7008
Cu	0,5867	Bi	0,6799	Ca	0,2982
Zn	0,2999	Zn	0,7589	Na	0,2435
				K	0,9435



Obrázek 3: Krabicový graf rozptylu koncentrace niklu ve vínech z ostatních produkčních systému a biovín, kde A představuje biovín a N představuje vína z jiných produkčních systémů



Obrázek 4: Krabicový graf rozptylu koncentrace chromu ve vínech z ostatních produkčních systému a biovín, kde A představuje biovín a N představuje vína z jiných produkčních systémů

Z grafů na obrázcích číslo 3 a 4 můžeme vypožorovat, že průměrná hodnota koncentrací u niklu a chromu se velmi liší podle toho, zda-li víno bylo produkované bioprodukcí nebo jiným produkčním systémem. Dle očekávání koncentrace kovů u biovín v obou případech byly nižší než u druhé skupiny.

Richard Šebek se své bakalářské práci se zaměřením na bílá moravská vína z roku 2023 taktéž nevypozoroval žádné změny až na olovo při porovnávání těchto dvou produkčních systémů [41].

Kment a kolektiv (2005) při porovnávání koncentrací kovů ve víně a v půdě došli ke velmi podobným hodnotám, a to u chromu 58,9 mg/l a u niklu 26,2 mg/l [42]. Při porovnání s daty získanými v rámci měření této bakalářské práce vidíme, že u chromu se to spíše blíží ke skupině jiných produkčních systémů, ale u niklu k biovínům. Jelikož v této studii byly zahrnuty, jak červená, tak bílá vína, je možné, že bílá vína snížila průměrný obsah niklu k nižší hranici. Dále také vzorkování proběhlo z vinařských oblastí v Čechách, tudíž se může také jednat o jiné složení půdy, kde se dané víno pěstovalo. Je i mnoho dalších faktorů, které danou koncentraci niklu mohly ovlivnit (podnebí, druh vinné révy, typ použití ekologického zemědělství, ...).

Pohl a kolektiv (2007) ve své studii porovnávali prvkovou analýzu vín z evropských zemí [32]. Nebyly pozorovány téměř žádné rozdíly, tedy jejich získané hodnoty a naše naměřené koncentrace byly velmi podobné.

Gajek a kolektiv (2021) pro svůj výzkum shromáždila a analyzovala 180 z evropských zemí (největší množství vín pocházelo z Itálie a Polska) [43]. Z shromážděných vín stanovila průměrnou koncentraci chromu 69,12 mg/l, v případě zohlednění pouze červených vín byla průměrná koncentrace stanovena na 76,38 mg/l, a niklu 40,59 mg/l. U niklu jsme se dostali na podobnou hodnotu, ale u chromu se naše koncentrace poměrně lišily. Jeho zdroje ve víně mohou být velmi různorodé, a to od agrotechniky, přes použitá hnojiva až po druh vinné révy a specifické podnebí daných oblastí.

4.4. Porovnání prvkového složení mezi víny moravských podoblastí

V tabulce číslo 11 vidíme vyhodnocení analýz rozptylu ve formě P hodnot u jednotlivých kovů. V této kapitole budeme rozebírat rozdíly mezi jednotlivými čtyřmi podoblastmi na Jižní Moravě což zahrnuje oblasti mikulovskou, znojenskou, velkopavlovickou a slováckou. Z P hodnot v tabulce č. 12 je evidentní, že významný rozdíl se objevil u více prvků, a to draslíku a hořčíku. Prvky Be, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, In, Ba, Pb, Bi, Zn, P, Mn, Fe, Cu, Ca, Na jsou pro nás statisticky nevýznamné. V další části této kapitoly budeme diskutovat dané 3 prvky.

Tabulka 11: Výsledné hodnoty P pro test ANOVA

Prvek	P [-]	Prvek	P [-]	Prvek	P [-]
Be	0,1246	As	0,1946	P	0,0659
V	0,2328	Cd	0,5221	Mn	0,1116
Cr	0,6248	In	0,0951	Fe	0,5237
Co	0,4013	Ba	0,1039	Mg	0,0242
Ni	0,7191	Pb	0,1355	Cu	0,0932
Cu	0,3325	Bi	0,4749	Ca	0,0545
Zn	0,8092	Zn	0,1598	Na	0,1708
				K	0,0010

4.4.1. Hořčík

Z krabicového grafu na obrázku číslo 5 vyplývá, že podoblasti velkopavlovická, mikulovská a znojenská vykazují podobné průměrné hodnoty hořčíku ve vínech, zatímco vína ze slovácké oblasti obsahují nižší koncentraci hořčíku ve srovnání s ostatními třemi skupinami. V podoblasti mikulovské koncentrace byla 78,75 mg/l, ve velkopavlovické 81,99 mg/l, ve znojenské 71,26 mg/l a naopka ve slovácké byla 58,75 mg/l. Tento rozdíl v koncentraci hořčíku není významný z hlediska nutričních hodnot, neboť všechny naměřené koncentrace hořčíku pomocí našeho měření nevykazují významné odchylky od jiných studií. Celková průměrná koncentrace hořčíku stanovená naším měřením činila 72,7 mg/l.

V práci Alžběty Bortlové z roku 2018, porovnávající biovína s víny z jiných produkčních systémů, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma produkčními systémy [44]. Průměrná koncentrace hořčíku u biovín dosáhla 39,17 mg/l a u ostatních produkčních systémů 44,23 mg/l.

Richard Šebek ve své bakalářské práci z roku 2018 uvádí průměrnou koncentraci hořčíku ve víně 74,9 mg/l [41].

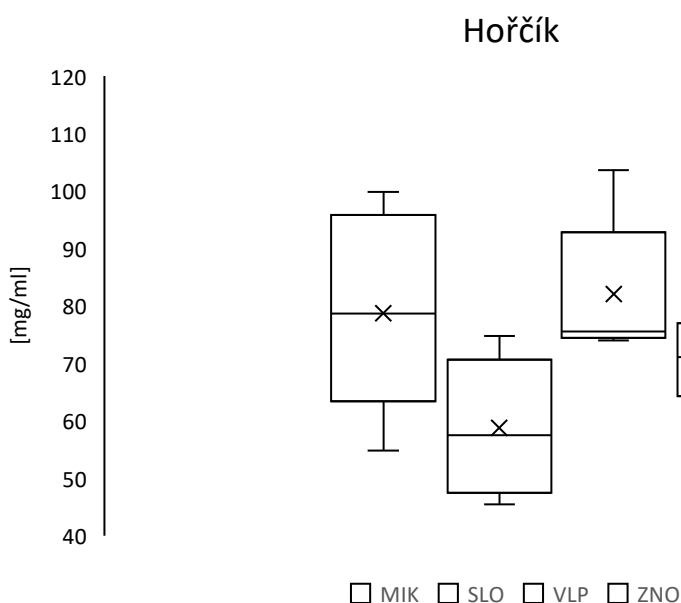
Výzkum Kmenta a kolektivu z roku 2005 prezentoval získanou hodnotu hořčíku jako 75,4 mg/l, což je velmi blízká hodnota našemu měření [42].

Studie Magdaleny Gajek a kolektivu z roku 2021, která porovnávala červená, bílá a rosé vína, zjistila koncentrace hořčíku u červených vín 57,1 mg/l, u bílých vín 75,7 mg/l a u rosé vín 72,2 mg/l [43]. V našem srovnání s těmito hodnotami se naše měření blíží spíše k hodnotám bílých vín než červených. Toto rozdělení může být způsobeno rozdílnými půdními podmínkami, které mohou být bohatší nebo chudší na tento prvek.

Hořčík je klíčovým prvkem pro různé fyziologické funkce v lidském těle. Hraje nezastupitelnou roli v biologických funkcích jako kofaktor ve více než 300 enzymatických reakcích, kde reguluje procesy jako produkce energie, funkce svalů, nervů a syntéza bílkovin [45].

Průměrná denní potřeba příjmu hořčíku se pohybuje kolem 300-400 mg/den, avšak konkrétní potřeba může záviset na faktorech jako je pohlaví, věk a individuální rozdíly ve vstřebávání a vylučování. Přiměřená hladina hořčíku je zásadní pro udržení zdravého srdce, pevných kostí, správné funkce svalů a nervů. Dále se hořčík podílí na regulaci hladiny cukru v krvi, krevního tlaku a syntéze bílkovin [45].

Přes svou důležitost však nadměrný příjem hořčíku může vést k toxicitě (hypermagnezémii). Příznaky předávkování hořčíkem zahrnují průjem, nevolnost, křeče v břiše a v extrémních případech dokonce zástavu srdce. Proto je klíčové konzultovat s lékařem pro stanovení vhodného příjmu hořčíku, který bude odpovídat individuálním potřebám a minimalizuje rizika spojená s nadměrným příjmem tohoto důležitého minerálu [45].

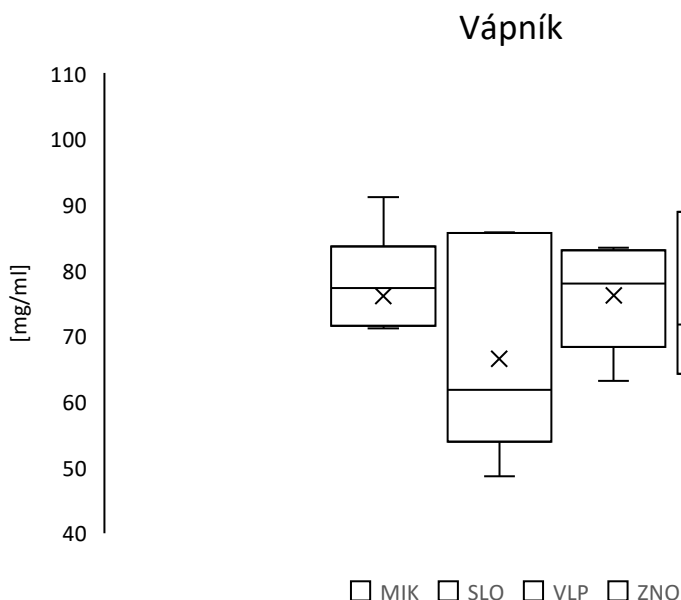


Obrázek 5: Krabicový graf rozptylu koncentrací hořčíku ve vínech podle oblasti původu

4.4.2. Vápník

Jelikož se P hodnota u vápníku pouze blížila hladině spolehlivosti a nebyla nižší, tak zde žádný markantní rozdíl nebyl pozorovatelný. Z grafu je patrné, že průměrné hodnoty koncentrace vápníku se pohybovaly kolem 76 mg/l pro většinu oblastí, s výjimkou slovácké oblasti, kde byla tato hodnota nižší, konkrétně 66,5 mg/l. Tento pokles koncentrace vápníku ve slovácké oblasti naznačuje možné regionální rozdíly v obsahu vápníku ve víněch.

Podobně se jeví i snížení koncentrace hořčíku ve slovácké oblasti. Tento jev může být interpretován jako regionální odlišnost v obsahu hořčíku, která se projevuje nižší průměrnou koncentrací ve víněch z dané oblasti. V regionálním kontextu mohou tyto odchylky naznačovat specifika jednotlivých oblastí v produkci vína, které ovlivňují chemické složení a obsah minerálů ve víně.



Obrázek 6: Krabicový graf rozptylu koncentrací vápníku ve víněch podle oblasti původu

4.4.3. Draslík

Analýza draslíku ukazuje poměrně nízkou P hodnotu, což naznačuje statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami. Na základě krabicového grafu na obrázku číslo 7 lze identifikovat výraznou změnu koncentrace draslíku pouze v jedné z podoblastí na jižní Moravě, konkrétně v mikulovské oblasti. Tato oblast představuje opačný příklad než u hořčíku, kde bylo pozorováno snížení koncentrace. Konkrétně se koncentrace draslíku v jednotlivých podoblastech pohybovaly následovně: mikulovská 973,45 mg/l, slovácká 667,39 mg/l, velkopavlovická 755,33 mg/l a znojemská 696,69 mg/l.

Vysoká koncentrace draslíku v mikulovské oblasti může být způsobena několika faktory. Jedním z možných vysvětlení je odlišný geologický charakter půdy v této oblasti, který může být bohatší na draslík než v ostatních podoblastech. Dalším faktorem může být rozdílná agrotechnika a používané hnojivo, které ovlivňuje dostupnost draslíku pro rostliny. Klimatické podmínky, jako je srážkový režim a teplota, mohou také hrát roli ve zvýšené absorpci draslíku rostlinami v mikulovské oblasti [46,54].

Rozdíly v koncentraci draslíku mezi různými podoblastmi mohou mít významný dopad na fyziologické vlastnosti a kvalitu hroznů, což je důležité z hlediska produkce kvalitního vína.

Zvýšená koncentrace draslíku v půdě může pro růst révy vinné přinést jak výhody, tak nevýhody. Jednou z výhod je lepší příjem živin. Draslík je nezbytný pro různé fyziologické procesy v rostlinách, jako je aktivace enzymů a fotosyntéza. Dostatečný obsah draslíku v půdě může zlepšit příjem živin a celkový růst rostlin. Dále zvýšená koncentrace draslíku přispívá k lepší odolnosti rostlin vůči chorobám. Draslík hraje klíčovou roli při zpevňování buněčných stěn rostlin, což může pomoci zlepšit

jejich odolnost vůči chorobám a škůdcům. Další výhodou je regulace spotřeby vody. Draslík pomáhá regulovat příjem vody a transpiraci v rostlinách, což je zvláště prospěšné v období nedostatku vody. Optimální hladina draslíku může také přispět ke zvýšení kvality plodů révy vinné. To se projevuje akumulací cukrů a lepším rozvojem chuti plodů [46].

Nevýhody zvýšené koncentrace draslíku v půdě jsou rovněž důležité při posuzování jeho vlivu na růst révy vinné. Jednou z těchto nevýhod je nerovnováha živin. Přebytky množství draslíku může narušit rovnováhu živin v půdě a ovlivnit příjem dalších důležitých živin, jako je vápník a hořčík, které jsou klíčové pro zdravý růst rostlin. Další nevýhodou je snížená absorpce ostatních živin. Vysoké koncentrace draslíku mohou konkurovat jiným živinám o místo v kořenech rostlin, což může vést k nedostatečnému příjmu mikroživin, jako jsou železo nebo zinek. Riziko toxicity představuje také závažný problém. Velmi vysoké hladiny draslíku v půdě mohou být toxické pro rostliny, což se projevuje například spálením listů nebo snížením růstu rostlin. V neposlední řadě nadměrná aplikace draslíku může ovlivnit pH půdy. Změna pH může ovlivnit dostupnost živin pro rostliny a celkový stav půdy, což může dále komplikovat zdravý růst a vývoj révy vinné. I když je draslík klíčový pro růst révy a kvalitu plodů, je nezbytné udržovat vyvážené hladiny živin v půdě, aby se předešlo těmto možným nevýhodám. Optimální zdraví a produktivita rostlin jsou závislé na správné rovnováze živin v půdě a pečlivém sledování hladin draslíku [46].

Petr Kment a kolektiv (2005) uvádějí výrazně vyšší koncentraci draslíku ve vínech (1126 mg/l) ve srovnání s našimi naměřenými hodnotami [42]. Tento rozdíl naznačuje možný nedostatek draslíku ve vínech z našeho výzkumu. Nižší obsah draslíku může mít vliv na fyziologické funkce révy vinné, jako je ovlivnění aktivace enzymů nebo fotosyntézy. Takový nedostatek draslíku může vést k omezené schopnosti rostliny zpracovávat živiny a tím i ovlivnit celkový růst a kvalitu hroznů.

Drava v roce 2019 ve svém výzkumu uvádí nižší koncentrace draslíku pro ostatní produkční systémy (671,1 mg/l) ve srovnání s organicky produkovánými vín (780 mg/l) [47]. V našem výzkumu jsme zaznamenali vyšší hodnoty koncentrace draslíku v červených vínech z mikulovské oblasti (973,45 mg/l) ve srovnání s ostatními oblastmi. Tento rozdíl může být způsoben různými agrotechnickými postupy, které se liší mezi organickými a ostatními produkčními systémy. Organické vinařství často upřednostňuje šetrnější přístup k půdě a rostlinám, což může ovlivnit obsah draslíku v hroznech.

Mária Kreňovská a kolektiv uvádějí vyšší koncentrace draslíku u červených vín z organické produkce (1128 mg/l) ve srovnání s vínem z ostatních produkčních systémů (1019 mg/l) [48]. Z našeho výzkumu vyplývá, že koncentrace draslíku ve vínech ve slovácké oblasti byly nižší (667,39 mg/l) než u červených vín organické produkce. Tento rozdíl může být důsledkem různých půdních podmínek nebo agrotechnických praktik, které jsou typické pro dané oblasti a produkční systémy.

Zvýšená koncentrace draslíku může přinést několik výhod, jako je lepší příjem živin, zvýšená odolnost vůči chorobám, regulace spotřeby vody a zvýšená kvalita plodů révy vinné. Naopak nedostatek draslíku může ovlivnit fyziologické procesy v révě, a nakonec i kvalitu a charakter vína. Je tedy důležité pečlivě posuzovat půdní a agrotechnické faktory při interpretaci rozdílů v koncentracích draslíku mezi různými oblastmi a produkčními systémy révy vinné [49].

Draslík je klíčový minerál, který hraje zásadní roli v různých fyziologických funkcích lidského těla. Jednou z jeho důležitých funkcí je regulace krevního tlaku prostřednictvím vyvazování účinků

sodíku. Strava bohatá na draslík je spojována s nižší hladinou krevního tlaku, což může snížit riziko hypertenze a souvisejících kardiovaskulárních onemocnění [49].

Draslík je také nezbytný pro udržení normální funkce srdce. Ovlivňuje elektrickou aktivitu srdce, pomáhá regulovat srdeční rytmus a předchází stavům jako arytmie [49].

Příjem draslíku má rovněž vliv na toleranci glukózy u osob s cukrovkou. Studie naznačují, že zvýšený příjem draslíku může potenciálně ovlivnit potřebu hypoglykemizujících léků nebo inzulínu u pacientů s diabetem [49].

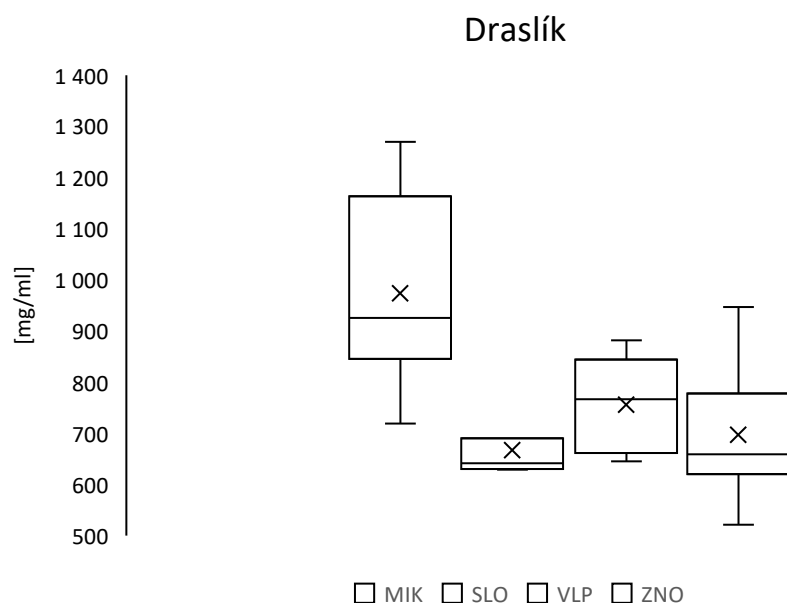
Dostatečný příjem draslíku má ochranný vliv na zdraví ledvin a může potenciálně snížit riziko vzniku ledvinových lézí spojených s hypertenzí nebo onemocněním ledvin [49].

Další důležitou funkcí draslíku je jeho vliv na zdraví kostí. Příjem draslíku je spojován se zlepšením hustoty kostních minerálů, což je důležité pro udržení zdraví kostí a snížení rizika osteoporózy [49].

Draslík také hraje klíčovou roli v udržování elektrolytové rovnováhy, která je důležitá pro rovnováhu tekutin, nervovou funkci a svalové kontrakce v těle. Podílí se na udržování acidobazické rovnováhy, která je nezbytná pro správné fungování různých fyziologických procesů, a je nezbytný pro správnou funkci svalů, včetně svalových kontrakcí a komunikace mezi nervy a svaly [49].

Rovnováha tekutin je také ovlivněna příjmem draslíku, což je důležité pro udržení správné hladiny hydratace a podporu různých buněčných funkcí. Draslík se dále podílí na energetickém metabolismu a syntéze bílkovin, což je nezbytné pro celkový růst a vývoj těla [49].

Zajištění dostatečného příjmu draslíku prostřednictvím vyvážené stravy je klíčové pro celkové zdraví a pohodu, protože tento minerál ovlivňuje širokou škálu fyziologických procesů od kardiovaskulárního zdraví až po hustotu kostí a regulaci glukózy [49].



Obrázek 7: Krabicový graf rozptylu koncentrací draslíku ve vinech podle oblasti původu

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnat vzorky vín ze čtyř moravských podoblastí podle dvou kategorií. Podle produkčního způsobu výroby – biovína a vína z jiných produkčních systémů a podle podoblastí – rozdělení na mikulovskou, znojemskou, velkopavlovickou a slováckou. Bylo porovnáváno 21 jednotlivých makroprvků a mikroprvků. Analyzováno bylo celkem 27 vzorků červených moravských vín. Mikroprvky byly stanoveny pomocí hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem a makroprvky byly změřeny pomocí optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Získaná data z jednotlivých měření byla zpracována pomocí ANOVA testu (analýza rozptylu) s 95 % hladinou významnosti.

V první části výzkumu této bakalářské práci jsme se zaměřili na porovnávání vín z produkce biovín s víny z jiných produkčních systémů. Byly porovnávány biovína z mikulovské a znojemské podoblasti s víny ze všech moravských podoblastí. Významný statistický rozdíl byl pozorován pouze u jednoho prvku, a to niklu. V tomto případě koncentrace niklu byla u biovín nižší než u jiných produkčních systémů. Dalším prvkem, u které byl pozorován rozdíl, ale ne tak markantní jak u výše uvedeného niklu, je chrom. Zde byla koncentrace u biovín opět stanovena nižší než u ostatních produkčních systémů. Jiné významné rozdíly v koncentracích stanovovaných prvků nebyly pozorovány. Tento výsledek může být způsoben tím, že velká většina vinařů se snaží při výrobě svých vín potlačovat konvenční způsoby zpracovávání a spíše se přiklání k integrovaným způsobům výroby, který je šetrnější k dané rostlině a celkově k agrosystému. Dalším faktorem může být také už celkové znečištění daných půd, kde se vinná réva pěstuje, kovy a jinými prvky. Toto znečištění zde může být z předchozích let, kdy nebyl integrovaný systém v takové míře rozšířený.

V druhé části jsme porovnávali koncentrace vybraných prvků mezi čtyřmi moravskými podoblastmi. Zde je z tabulky č. 12 evidentní, že změny v koncentracích byly pozorovány u více prvků, v tomto případě se jednalo o hořčík a vápník, můžeme zde také započítat i draslík, jelikož se jeho hladina spolehlivosti velmi blížila hodnotě 0,05. U hořčíku jsme pozorovali zvýšené koncentrace v oblasti mikulovské a velkopavlovické, u draslíku se toto zvýšení koncentrace projevilo pouze v oblasti mikulovské. Z daných hodnot tedy můžeme vyvodit, že nějaké rozdíly mezi podoblastmi pozorovat můžeme, ale nejsou to až tak významné odlišnosti. Můžeme však potvrdit tvrzení, že na prvkové složení vína má vliv regionální odlišnost. Opět sem samozřejmě můžeme zařadit používání pesticidů, které se liší svým chemickým složením a obsahem. Dále také musíme zohlednit rozdílné kulturní předpoklady, kdy v každé oblasti se vinná réva může opracovávat podle jiných tradic a víno zpracovávat jiným způsobem.

Z celkového hlediska lze říci, že dle dostupných informací všechny analyzovaná vína spadaly do legislativních norem a žádná koncentrace nepřekročila maximální povolenou hranici (pokud tomu tak bylo v legislativě stanoveno). Znalost prvkového složení vína je velmi významným parametrem, na který se při jeho prodeji pohlíží, jelikož se může jednat o toxické kovy ohrožující lidské zdraví nebo naopak o prvky, které významně mohou podpořit nutriční hodnotu daných vín. Samozřejmě je to pouze jeden z aspektů při koupi vína, ale z pohledí zdraví člověka je to velmi významný parametr.

6. POUŽITÉ ZDROJE

- [1] MCGOVERN, Patrick E., 2007. *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture*. 4. UK: Princeton University Press. ISBN 978-0-691-12784-2.
- [2] STEVENSON, Tom, 2010. *The Sotheby's Wine Encyclopedia*. 4. Kalifornská univerzita: DK, 2005. ISBN 0756613248.
- [3] PAVLOUŠEK, Pavel. Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3314-2.
- [4] Agriculture: Grape Pest Management Guidelines: Virus Diseases. In: UNIVERSITY OF CALIFORNIA AGRICULTURE A NATURAL RESOURCE. *UC IPM* [online]. [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/grape/virus-diseases/>
- [5] G. VARELA, Lucia a Walt J. BENTLEY, 2011. *Vineyard Pest Identification and Monitoring Cards*. 3532. University of California, 50 s. ISBN 978-1-60107-736-3.
- [6] J. BETTIGA, Larry, 2013. *Grape Pest Management, 3rd Edition*. 3. UC DANR Publication. ISBN 978-1-60107-800-1.
- [7] Sáenz-Romo, M. G., Veas-Bernal, A., Martínez-García, H., Ibáñez-Pascual, S., Martínez-Villar, E., Campos-Herrera, R., Mancebón, V. S. M., & Pérez-Moreno, I. (2019). Effects of ground cover management on insect predators and pests in a Mediterranean vineyard. *Insects*, 10(12), 421. <https://doi.org/10.3390/insects10120421>
- [8] L. OCHS, Alyssa, 2021. Vineyard Diseases a Fungi - Plannich for the Season and Effective Control Strategies. *The Grapevine Magazine* [online]. [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://thegrapevinemagazine.net/2021/03/vineyard-diseases-fungi/>
- [9] GALL, Ing. Josef, 2022. Zhodnocení ochrany rostlin na střední Moravě za rok 2022. *Agromanuál* [online]. [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/zhodnoceni-ochrany-rostlin-na-stredni-morave-za-rok-2022>
- [10] BORRELLO, Massimiliano, Luigi CEMBALO a Riccardo VECCHIO. Consumers' acceptance of fungus resistant grapes: Future scenarios in sustainable winemaking. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2021, 307 [cit. 2022-11-18]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2021.127318
- [11] SIEMANN, E. H. a L. L. CREASY, 1992. Concentration of the Phytoalexin Resveratrol in Wine. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 1992-01-01, 43(1), 49-52 [cit. 2023-11-03]. ISSN 0002-9254. Dostupné z: doi:10.5344/ajev.1992.43.1.49
- [12] PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 203/2012 ze dne 8. března 2012, kterým se mění nařízení (ES) č. 889/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 834/2007, pokud jde o prováděcí pravidla pro ekologickou produkci vína
- [13] Zákon č. 321/2004 Sb., o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství). In: *Sbírka zákonů*. Praha, 2004, 105/2004.

- [14] *Vinařství a víno v České republice: Viticulture and wine in the Czech Republic*. [Valtice]: Národní vinařské centrum, o.p.s., 2022. ISBN 978-80-88404-07-1.
- [15] *Zpravodaj AGRObase: informační noviny Agrární komory České republiky* [online]. 2017, (92017) [cit. 2018-05-2]. Dostupné z: http://www.apic-ak.cz/data_ak/17/a/AGRObase1706.pdf
- [16] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil WURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína*. 2. díl. Praha: Praga Mystica, 2008b. ISBN 978-80-86767-09-3.
- [17] *Co je to integrovaná produkce* [online]. Ekovín [cit. 2022-11-26]. Dostupné z: <https://www.ekovin.cz/integrovana-produkce/co-je-to-integrovana-produkce/>
- [18] Ekologická produkce. *Ekovín* [online]. [cit. 2022-12-05]. Dostupné z: <https://www.ekovin.cz/ekologicka-produkce/co-je-to-ekologicka-produkce/>
- [19] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovínařů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.
- [20] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava bílých vín*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-4-9.
- [21] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Přeložil Jiří SEDLO. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. ISBN 978-80-903201-9-2.
- [22] GALLO, Vito, Piero MASTRORILLI, Isabella CAFAGNA, et al., 2014. Effects of agronomical practices on chemical composition of table grapes evaluated by NMR spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 35(1), 44-52 [cit. 2024-01-21]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2014.04.004
- [23] MICHLOVSKÝ Miloš. *Lexikon chemického složení vína*. Rakvice: Vinselekt Michlovský a.s. a 2014. 262 s. ISBN 978-80-905319-2-5
- [24] FIC, Vlastimil. *Víno: analýza, technologie, gastronomie*. 1. vydání. Český Těšín: 2 THETA, 2015. ISBN 978-80-86380-77-3.
- [25] GRAINGER, Keith a Hazel TATTERSALL. *Wine Production and Quality*. 2. vydání. Chichester: John Wiley & Sons, Incorporated, 2016. ISBN 1118934563.
- [26] PEDASTSAAR, P, M VAHER, K HELMJA, et al., 2014. Chemical composition of red wines made from hybrid grape and common grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* [online]. 63(4) [cit. 2024-01-21]. ISSN 1736-6046. Dostupné z: doi:10.3176/proc.2014.4.10
- [27] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin* 2. 3.vyd. Tábor: OSSIS. 2009. ISBN 978-80- 86659-169
- [28] HOLOUBEK, Ivan. Vybrané typy environmentálních polutantů: Těžké kovy (HMs) – účinky, toxicita [online]. Copyright © [cit. 19.04.2021]. Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí
- [29] KAFKA, Z., PUNČOCHÁŘOVÁ, J.: *Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita*, Chem. Listy 96, 611 – 617. [online]. 2002. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2002_07_05.pdf

[30] FIŠER, J., NOVÁKOVÁ, M., MACEK, T.: *Mechanismy snižující toxicitu rizikových prvků u rostlin*, Chem. Listy 108, 566 – 571. [online]. 2014 [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: http://chemicke-listy.cz/docs/full/2014_06_566-571.pdf

[31] BORŮVKA, L., KOZÁK, J., KRIŠTOUFKOVÁ, S.: *Speciace těžkých kovů v kontaminované půdě*, Chem. Listy 91, 868 – 870. [online] 1997. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_10_868-870.pdf

[32] POHL, Pawel. What do metals tell us about wine?. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* [online]. 2007, 26(9), 941-949 [cit. 2022-11-19]. ISSN 01659936. Dostupné z: doi:10.1016/j.trac.2007.07.005

[33] OPEKAR, František, Donald M. WEST, F. James HOLLER a Stanley R. CROUCH, 2010. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. 2. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1775-6.

[34] KRÍŽEK, Martin a Jan ŠÍMA. *Analytická chemie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2015. ISBN 978-80-7394-486-5.

[35] THOMAS, Robert. *A Beginner's Guide to ICP-MS* [online]. 2001 [cit. 5. 4. 2012]. Dostupné z: <http://www.spectroscopyonline.com/spectroscopy/data/articlestandard/spectroscopy/452001/1096/article.pdf>

[36] MIHALJEVIČ, Martin, Ladislav STRNAD a Ondřej ŠEBEK. Využití hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem v geochemii. *Chemické listy*. 2004, roč. 98,č.3,s.123–130.ISSN0009-2770.Dostupnéz: http://www.chemickelisty.cz/docs/full/2004_03_02.pdf

[37] SOMMER, Lumír. *Základy analytické chemie*. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2000. ISBN 80-214-1742-0.

[38] SNEDDON, Joseph a Michael VINCENT. ICP-OES and ICP-MS for the Determination of Metals: Application to Oysters. *Analytical Letters* [online]. 2008, 41(8), 1291-1303 [cit. 2022-12-03]. ISSN 0003-2719. Dostupné z: doi:10.1080/00032710802013991

[39] BUBLÍKOVÁ, Ing. Lenka, 2023. *Situační a výhledová zpráva réva vinná a víno*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-687-3.

[40] HAJEB, P., J. J. SLOTH, Sh. SHAKIBAZADEH, N. A. MAHYUDIN a L. AFSAH-HEJRI, 2014. Toxic Elements in Food: Occurrence, Binding, and Reduction Approaches. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 13(4), 457-472 [cit. 2024-05-04]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12068

[41] ŠEBEK, Richard. *Monitoring anorganických kontaminantů v moravských bílých vínech*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149073>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Jaromír Pořízka.

[42] KMENT, Petr, Martin MIHALJEVIČ, Vojtěch ETTLER, Ondřej ŠEBEK, Ladislav STRNAD a Ladislava ROHLOVÁ. *Differentiation of Czech wines using multielement composition – A comparison with vineyard soil* Author links open overlay panel [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.010>

- [43] GAJEK, Magdalena, Aleksandra PAWLACZYK a Malgorzata I. SZYNKOWSKA-JOZWIK, 2021. Multi-Elemental Analysis of Wine Samples in Relation to Their Type, Origin, and Grape Variety. *Molecules* [online]. **26**(1) [cit. 2024-05-05]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26010214
- [44] BORTLOVÁ, Alžběta, 2018. *Monitoring vybraných kovů v komerčních biovíněch* [online]. Brno [cit. 2024-05-06]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=175494 . Bakalářská. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Jaromír Pořízka, Ph.D.
- [45] GLASDAM, Sidsel-Marie, Stinne GLASDAM a Günther H. PETERS, 2016. *The Importance of Magnesium in the Human Body* [online]. Elsevier, 169-193 [cit. 2024-05-06]. Advances in Clinical Chemistry. ISBN 9780128046906. Dostupné z: doi:10.1016/bs.acc.2015.10.002
- [46] MPELASOKA, BUSSAKORN S., DANIEL P. SCHACHTMAN, MICHAEL T. TREEBY a MARK R. THOMAS, 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* [online]. **9**(3), 154-168 [cit. 2024-05-06]. ISSN 1322-7130. Dostupné z: doi:10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x
- [47] DRAVA, Giuliana a Vincenzo MINGANTI, 2019. Mineral composition of organic and conventional white wines from Italy. *Heliyon* [online]. **5**(9) [cit. 2024-05-07]. ISSN 24058440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02464
- [48] KOREŇOVSKÁ, Mária a Milan SUHAJ. *Chemometric prediction of wines affiliation with organic and conventional production systems through their elemental profiles* [online]. 23-32 [cit. 2024-05-07]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/286858604_Chemometric_prediction_of_wines_affiliation_with_organic_and_conventional_production_systems_through_their_elemental_profiles
- [49] HE, Feng J. a Graham A. MACGREGOR, 2008. Beneficial effects of potassium on human health. *Physiologia Plantarum* [online]. **133**(4), 725-735 [cit. 2024-05-07]. ISSN 0031-9317. Dostupné z: doi:10.1111/j.1399-3054.2007.01033.x
- [50] Vinařská oblast Morava. In: *Vína z Moravy Vína z Čech* [online]. [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/o-vine/pruvodce-vinem/deleni-vina/deleni-podle-regionu/vinarska-oblast-morava>
- [51] PŁOTKA-WASYLKA, Justyna, Marcin FRANKOWSKI, Vasil SIMEONOV, Żaneta POLKOWSKA a Jacek NAMIEŚNIK, 2018. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Molecules* [online]. **23**(11) [cit. 2024-05-19]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules23112886
- [52] SLAVÍKOVÁ, Zuzana, Jaromír POŘÍZKA a Pavel DIVIŠ, 2024. ELEMENTAL ANALYSIS OF CZECH WINES INCLUDING WINES FROM ORGANIC PRODUCTION. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences* [online]. 2024-04-03, **13**(5) [cit. 2024-05-19]. ISSN 1338-5178. Dostupné z: doi:10.55251/jmbfs.10219

[53] OIV, 2019. *Maximum acceptable limits of various substances contained in wine* [online]. [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: <https://www.oiv.int/es/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-c/annex-c-maximum-acceptable-limits-of-various-substances/maximum-acceptable>

[54] CABELLO-PASINI, Alejandro, Víctor MACÍAS-CARRANZA, Arturo SIQUEIROS-VALENCIA a Miguel Ángel HUERTA-DÍAZ, 2013. Concentrations of Calcium, Magnesium, Potassium, and Sodium in Wines from Mexico. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2013-06-01, **64**(2), 280-284 [cit. 2024-05-19]. ISSN 0002-9254. Dostupné z: doi:10.5344/ajev.2012.12080

Obrázek 1: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Resveratrol#/media/Soubor:Resveratrol.svg>

Obrázek 2: <https://www.fit-pro.cz/novinky/kyselina-linolova-cla-ovladnete-svuj-cholesterol?action=default>