



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

ANALÝZA VOC VÍN ODRŮDY FRANKOVKA Z REGIONU MODRÉ HORY

ANALYSIS OF VOC FRANKOVKA WINES ORIGINATING IN THE MODRÉ HORY REGION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lenka Horáková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1699/2021 Akademický rok: 2021/22
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka: **Bc. Lenka Horáková**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie
Vedoucí práce: **doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.**

Název diplomové práce:

Analýza VOC vín odrůdy Frankovka z regionu Modré hory

Zadání diplomové práce:

1. Zpracujte literární rešerši k studované problematice
2. Provedte analýzu VOC vín odrůdy Frankovka z regionu Modré hory
3. Provedte analýzu vín odrůdy Frankovka z jiných moravských vinařských oblastí
4. Zpracujte a vyhodnoťte naměřené výsledky

Termín odevzdání diplomové práce: 13.5.2022:

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

Bc. Lenka Horáková
studentka

doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2022

prof. Ing. Michal Veselý, CSc.
děkan

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá chemickou charakterizací červených vín odrůdy Frankovka a možností využití chemické analýzy vín pro rozlišení vín odrůdy Frankovka z VOC Modré hory od ostatních vín odrůdy Frankovka z vinařské oblasti Morava. V teoretické části je popsáno vinohradnictví v České republice, charakteristika odrůdy Frankovka a systém třídění vín v ČR. V další části je detailně popsán spolek VOC Modré hory, technologie výroby červených vín a využití chemometrie k autentifikaci vín. Experimentální část této diplomové práce se zabývá stanovením prvkového složení vín metodami ICP-MS a ICP-OES, analýzou vybraných fenolických látek pomocí HPLC-MS a analýzou organických kyselin pomocí IC. Dále byla provedena analýza aromatického profilu vín pomocí techniky HS-SPME-GC-MS a byl stanoven celkový obsah fenolických látek ve vínech metodou MAS. Celkem bylo analyzováno 24 vzorků vín, kdy 12 vzorků pocházelo z VOC Modré hory a dalších 12 vín pocházelo z jiných moravských vinařských oblastí. Pro klasifikaci vzorků vín do skupin byly využity techniky statistické analýzy (Mann-Whitneyho U-test a analýza hlavních komponent) s cílem oddělení vín VOC Modré hory a ostatních vín z jiných moravských oblastí. V této práci bylo zjištěno, že pomocí provedených chemických analýz s využitím statistických technik bylo možné odlišit vína VOC Modré hory od ostatních vín z vinařské oblasti Morava.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Červené víno, Frankovka, VOC Modré hory, chemometrie

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the chemical characterization of Frankovka red wines and the possibility of using chemical analysis of wines to distinguish Frankovka wines from VOC Modré hory from other Frankovka wines from the Moravian wine region. The theoretical part describes viticulture in the Czech Republic, the characteristics of the Frankovka variety and the wine classification system in the Czech Republic. The next part describes in detail the association VOC Modré hory, the red wine technology and the use of chemometry for wine authentication. The experimental part deals with the determination of the elemental profile of wines by ICP-MS and ICP-OES methods, analysis of selected phenolic substances by HPLC-MS and analysis of organic acids by IC. Furthermore, the analysis of the aromatic profile of wines was performed using the technique HS-SPME-GC-MS and the total content of phenolic substances in wines was determined by the MAS method. A total of 24 wine samples were analyzed, where 12 samples came from VOC Modré hory and another 12 wines came from other Moravian wine regions. Statistical analysis techniques (Mann-Whitney U-test and PCA) were used to classify wine samples into groups in order to separate wines from VOC Modré hory and other wines from other Moravian regions. The results of this work showed that with the help of chemical analyzes and statistical techniques it was possible to distinguish wines from VOC Modré hory from other wines from the Moravian wine region.

KEY WORDS:

Red wine, Blaufränkisch, VOC Modré hory, chemometrics

HORÁKOVÁ, Lenka. Analýza VOC vín odrůdy Frankovka z regionu Modré hory. Brno, 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139206>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Pavel Diviš.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům pouze se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovala vedoucímu mojí diplomové práce doc. Ing. Pavlu Divišovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi věnoval po celou dobu řešení této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Jaromíru Pořízkovi Ph.D. za pomoc při statistickém zpracování výsledků a v neposlední řadě také vinařství ze spolku VOC Modré hory za bezplatné poskytnutí vzorků pro měření.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
	2.1 Vinohradnictví v ČR	9
	2.2 Odrůda Frankovka	10
	2.3 Třídění vín	12
	2.3.1 Třídění dle minimální cukernatosti hroznů	12
	2.3.2 Třídění dle zbytkového cukru	13
	2.3.3 Třídění dle terroiru, V.O.C.	13
	2.4 V.O.C. Modré hory	15
	2.5 Technologie výroby červených vín	18
	2.5.1 Sklizeň hroznů	18
	2.5.2 Odzrňování a mletí	18
	2.5.3 Příprava na kvašení	18
	2.5.4 Kvašení	19
	2.5.5 Macerace	19
	2.5.6 Biologické odbourávání kyselin (BOK)	20
	2.5.7 Lisování	20
	2.5.8 Školení vín	21
	2.5.9 Lahvování	22
	2.6 Statistická analýza, chemometrie	23
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	24
	3.1 Laboratorní pomůcky a vybavení	24
	3.1.1 Chemikálie	24
	3.1.2 Pomůcky	24
	3.1.3 Přístroje	25
	3.2 Analyzované vzorky	25
	3.3 Instrumentální metody	27
	3.3.1 Stanovení stopových prvků pomocí ICP-MS	27
	3.3.2 Stanovení prvkového složení pomocí ICP-OES	28
	3.3.3 Stanovení aromatických látek pomocí HS-SPME-GC-MS	29
	3.3.4 Stanovení organických kyselin pomocí IC	31
	3.3.5 Stanovení fenolických látek pomocí HPLC-MS	32

3.3.6 Stanovení celkového obsahu fenolických látek (TPC)	34
3.4 Statistická analýza dat	34
4 VÝSLEDKY A DISKUZE	35
4.1 Prvkové složení červených vín odrůd Frankovka	35
4.2 Organické kyseliny v červených vínech odrůdy Frankovka	40
4.3 Fenolické látky v červených vínech odrůdy Frankovka	41
4.4 Celkový obsah fenolických látek v červených vínech odrůdy Frankovka	43
4.5 Aromatický profil červených vín odrůdy Frankovka	44
4.6 Srovnání vín z VOC Modré hory a ostatních vín z vinařské oblasti Morava s využitím statistické analýzy	47
4.6.1 Neparametrické testy – Mann-Whitneyho U-test	47
4.6.2 Vícerozměrná analýza dat	51
5 ZÁVĚR	53
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	61
8 PŘÍLOHY	62

1 ÚVOD

Hrozny jsou součástí našeho jídelníčku od počátku existence člověka a původ samotné révy sahá desítky milionů let do minulosti naší planety [1]. V období druhohor se objevila rostlina, která se postupem času stala nezbytnou a nenahraditelnou součástí naší kultury a od hroznů byl už jen malý krůček k vínu. Víno totiž samovolně vzniká tam, kde jsou hrozny nebo jejich šťáva skladovány v uzavřených nádobách, a tak člověk už v dávných dobách poznal výjimečné vlastnosti hroznové šťávy, která při kvašení postupně nabývá na síle díky přeměně cukru na alkohol. Nemůžeme přesně určit místo a čas, kde poprvé člověk vyrobil víno, avšak první archeologické nálezy byly objeveny na území dnešní Gruzie a Arménie a pochází z období 6 000 až 4 000 let před našim letopočtem. Gruzie je tak považována za skutečnou pravlast vína a i původ slova víno odkazuje ke gruzínskému výrazu „gvino“. Odtud se víno prostřednictvím obchodníků rozšířilo do Mezopotámie, Egypta a později i do celé Evropy [2]. Dnes je réva vinná a víno nedílnou součástí každodenního života v mnohých vinařských zemích světa [3].

Na území České republiky se révové sazenice dostaly díky Římanům. Pěstování révy vinné bylo u nás rozšířeno v období Velkomoravské říše a za zlatý věk bývá označována doba od 14. do 16. století, kdy vinice obklopovaly řadu měst a klášterů. V 17. a 18. století zanechaly na vinicích velké škody válečné události a úbytek obyvatel. V 19. století přispěl k úpadku vinohradnictví rozvoj pivovarnictví, stoupající dovoz zahraničních vín a v neposlední řadě choroby révy vinné [1]. V druhé polovině 20. století se začaly postupně obnovovat zanedbané vinice a vinařství se začalo opět rozvíjet. V této době byla výroba vína zaměřena především na kvantitu. Značný obrat nastal v 90. letech 20. století, kdy vinaři zvýšili kvalitu vína tím, že snížili objem sklizní, uplatnili při výrobě nejmodernější technologické postupy a začaly vyrábět vína z prvotřídních tratí a s doloženým původem [2]. V dnešní době obliba vína a jeho konzumace neustále stoupá. Konzumenti jsou v této oblasti stále vzdělanější, dbají na kvalitu a vybírají si vína podle jakostních stupňů, odrůdy nebo podle lokality viničních tratí [3].

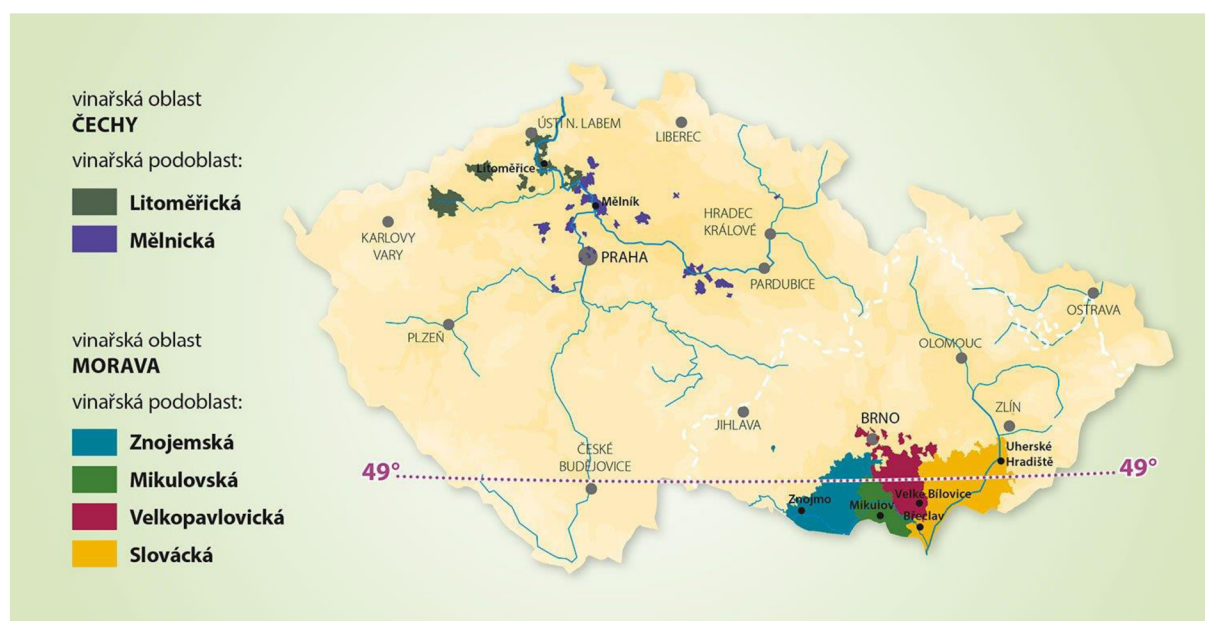
Už naši předkové označovali svá vína názvem určité vinařské oblasti nebo obce. Byli si vědomi toho, že určitá území se vyznačují výjimečnými podmínkami, které se otisknou do chuťových vlastností výsledného vína. Systém VOC (Vino originální certifikace) se dnes snaží na tuto tradici navázat a vyzdvihnout tak charakter a optimální kvalitu vín pocházejících z určitých vinařských poloh. Právě spojením moderních šetrných technologií s dlouholetými zkušenostmi a rukopisem vinaře lze vyrobit vysoce kvalitní vína, která odrážejí svého tvůrce a terroir dané oblasti [2].

Cílem této diplomové práce bylo provést analýzu VOC vín odrůdy Frankovka z regionu Modré hory a analýzu vín odrůdy Frankovka z jiných moravských vinařských oblastí. Dále porovnat chemické složení těchto dvou skupin a zjistit, jestli se vína odrůdy Frankovka z VOC Modré hory od vín z ostatních moravských vinařských oblastí liší a jestli jsou v něčem specifická. Vína byla porovnáвана na základě obsahu anorganických i organických látek. Pomocí ICP-MS a ICP-OES bylo stanoveno prvkové složení vín. Dále byl stanoven profil aromatických látek metodou HS-SPME-GC-MS a koncentrace organických kyselin pomocí IC. Fenolické látky byly zanalyzovány pomocí HPLC-MS a celkový obsah fenolických látek byl stanoven metodou MAS. K vyhodnocení naměřených dat a posouzení rozdílů mezi víny odrůdy Frankovka z VOC Modré hory a z ostatních moravských vinařských oblastí byly použity techniky statistické analýzy jako Mann-Whitneho U-test a analýza hlavních komponent (PCA) a výsledky byly porovnány s dostupnou literaturou.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Vinohradnictví v ČR

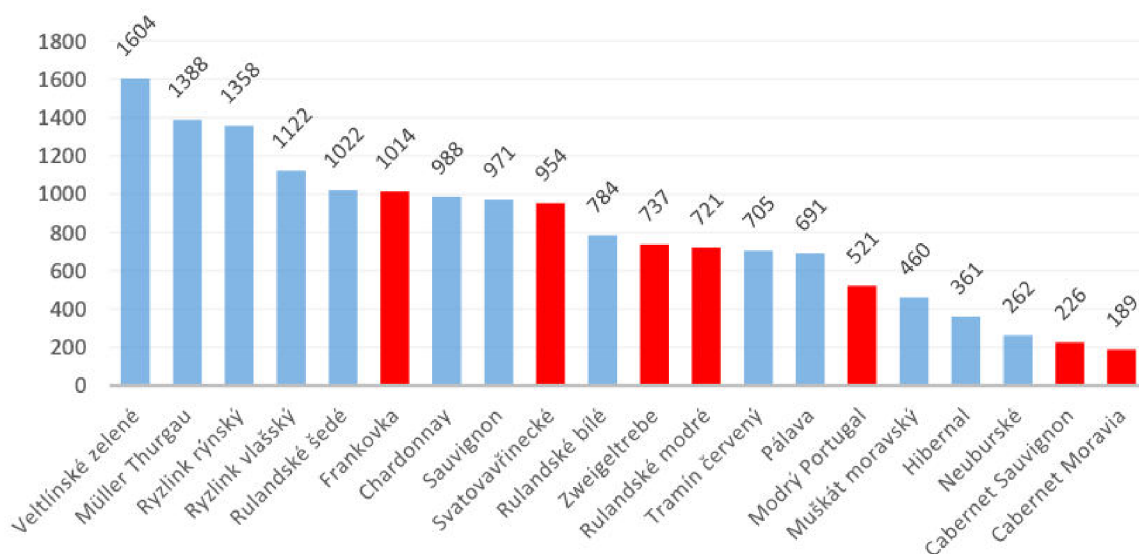
Česká republika je od roku 2004 dle nového vinařského zákona rozdělena na 2 vinařské oblasti – vinařskou oblast Morava a vinařskou oblast Čechy, které se dále dělí do 6 vinařských podoblastí. Vinařská oblast Morava se skládá ze 4 vinařských podoblastí – znojemské, mikulovské, velkopavlovické a slovácké. Pod vinařskou oblast Čechy spadá podoblast mělnická a litoměřická [1]. V České republice se v současnosti pěstuje réva vinná na vinicích o rozloze 17,9 tisíc ha, přičemž 96 % obhospodařených vinic se nachází na Moravě [4]. Vinařská oblast Morava leží kolem 49. rovnoběžky, stejně jako třeba vinařská oblast Champagne nebo nejlepší vinařské oblasti Německa [1].



Obrázek 1: Vinařské oblasti a podoblasti v ČR [5]

Produkce vína se v posledních letech pohybuje okolo 584 tisíc hl/rok, přičemž asi 2/3 připadají na vína bílá a 1/3 na červená vína [4]. Vinařství v ČR je založeno na výrobě odrůdových vín, proto se u nás pěstuje velké množství odrůd révy vinné. Ve Státní odrůdové knize je zapsáno 35 bílých moštových odrůd a 26 modrých moštových odrůd [6]. Mezi nejčastěji pěstované bílé odrůdy patří Veltlínské zelené, Müller Thurgau, Ryzlink rýnský a Ryzlink vlašský. U těch modrých je pak nejpěstovanější odrůdou Frankovka, dále Svatovavřínecké, Zweigeltrebe a Rulandské modré [7]. Každá z odrůd révy vinné si s sebou v hroznech přináší z vinice určité primární a sekundární metabolity. Mezi primární metabolity patří především cukry a kyseliny a důležitými sekundárními metabolity jsou aromatické a fenolické látky, které se významným způsobem podílejí na tvorbě vůně a chuti vína. Tyto látky jsou typické pro jednotlivé odrůdy i přesto, že moderní enologické postupy mohou sensorický projev vína ovlivnit [3].

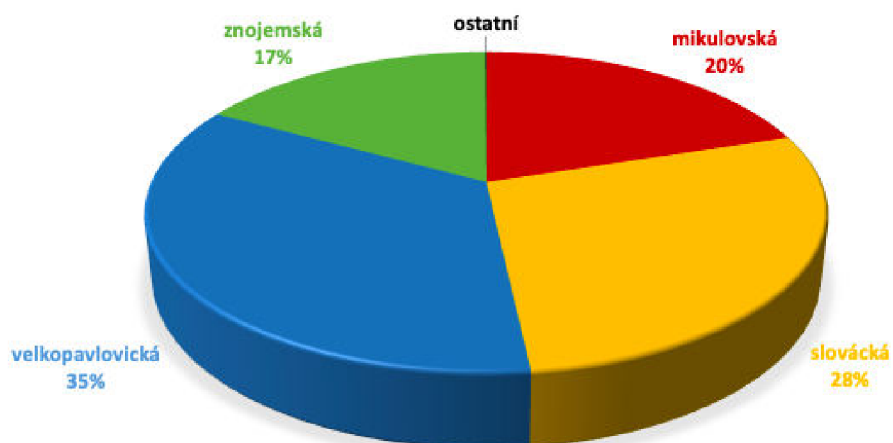
Graf 1: Přehled nejvíce pěstovaných odrůd révy vinné v ČR (ha) [7]



2.2 Odrůda Frankovka

Odrůda Frankovka je poměrně stará modrá odrůda, která pravděpodobně pochází z Rakouska a je to kříženec odrůdy Heunisch [1]. Jedná se o tradiční odrůdu střední Evropy a pěstuje se zejména v České republice, Rakousku, na Slovensku a v některých oblastech Německa. V zahraničí se můžeme setkat s označením Blaufränkisch, Lemberger podle města Limberg, nebo Kékfrankos [4]. V minulém století to byla nejčastěji pěstovaná modrá odrůda na Moravě, ale postupně ji začal nahrazovat Modrý Portugal a později Svatovavřínecké [8]. V posledních letech ale popularita Frankovky roste a od roku 2017 si tato odrůda drží první místo mezi nejpěstovanějšími modrými odrůdami v České republice. V roce 2020 tvořila plocha vinic odrůdy Frankovka v ČR 1 014,4 ha, což odpovídá 20 % z celkové výsadby modrých odrůd [4]. Frankovka byla zapsána do státní odrůdové knihy v roce 1941 a v současnosti se nejvíce pěstuje na Moravě ve vinařské podoblasti velkopavlovické a slovácké [6][7].

Graf 2: Plocha vinic odrůdy Frankovka v jednotlivých vinařských podoblastech [4]



Frankovka vyžaduje pro pěstování vynikající lokality. Ideální jsou pro ni svahovité pozemky nebo terasy v teplých lokalitách s dobrým osluněním [8]. Pro výsadbu jsou vhodné lehčí půdy plné živin, ale snáší také štěrkovité a vápenité půdy. Keře této odrůdy jsou bujné, mají vzpřímený růst a velké tmavozelené listy. Frankovka je pozdní odrůdou, která dozrává ve druhé polovině října. Její hrozny jsou velké, hustě osázené a mají krátkou stopku. Bobule mají střední velikost a před vysycháním je brání silná modročerná slupka pokrytá voskovitým povlakem. Odolnost proti mrazům i plísním je díky silné slupce dobrá, ale rostlina je náchylná na napadení padlím réвовým [9]. Víno z odrůdy Frankovka má tmavě rubínovou barvu s fialovými podtóny a v chuti i vůni můžeme hledat červené ovoce připomínající třešně, višně a ostružiny. Ve víně je poněkud vyšší obsah kyselin, proto je v technologii výroby velmi důležitá jablečno-mléčná fermentace, která příznivě ovlivňuje kyselost a celkový chuťový dojem. Kvůli většímu množství tříslovin je vhodné toto víno ponechat delší dobu vyzrát v dřevěných sudech, čímž dojde ke zjemnění chuti a víno se stane sametovějším [1]. Frankovka je ideální odrůdou pro moravské vinařské oblasti a v závislosti na lokalitách dokáže být velmi rozmanitým vínem, u kterého jde vidět významný vliv terroir [9].



Obrázek 2: Hrozen odrůdy Frankovka [10]

2.3 Třídění vín

2.3.1 Třídění dle minimální cukernatosti hroznů

Jednotlivé druhy vína jsou rozdělovány do několika skupin. Základem pro takzvané zatřídění vín je stanovení minimální cukernatosti. Tento systém klasifikace je založen na stupni vyzrállosti hroznů použitých pro výrobu vína. Jde o cukernatost moštu vylisovaného ze sklizených hroznů, která se uvádí ve stupních normalizovaného moštoměru (°NM), kdy 1 stupeň NM představuje 1 kg přírodního cukru ve 100 litrech hroznového moštu [1]. Zatřídování dle cukernatosti moštu pochází z Německa, a proto se mu také říká germánský způsob zatřídování. Germánský systém se používá především v zemích střední Evropy, např. Slovensko, Rakousko, Německo, ale můžeme se s ním setkat také v dalších zemích jako je Švýcarsko nebo Itálie [11]. Vinařský zákon ustanovuje několik jakostních tříd dle cukernatosti moštu. Nejnížší kategorií je víno stolní s minimální cukernatostí hroznů 11 °NM, dále pak víno zemské s minimální cukernatostí 14 °NM, víno jakostní s minimem 15 °NM a neznámější a nejrozšířenější kategorií jsou jakostní vína s přívlastkem. Ta mají minimální cukernatost 19 °NM a dle cukernatosti a dalších kritérií (viz Tabulka 1) se člení do několika skupin [12]. Někdy dochází k mylnému přesvědčení, že čím vyšší přívlastek, tím lepší víno. Víno je ale výsledkem působení mnoha činitelů, a kromě cukru a alkoholu má vliv na jeho chuť také obsah kyselin a další chuťové látky. Výslednou harmonii pak tvoří poměr jednotlivých látek, a proto samotný přívlastek nemusí vypovídat o celkové kvalitě vína [1].

Tabulka 1: Rozdělení vín podle minimální cukernatosti [1]

Kategorie vín	Minimální cukernatost hroznů
Stolní víno	11 °NM
Zemské víno	14 °NM
Jakostní víno	15 °NM
Jakostní víno s přívlastkem	
kabinetní víno	19 °NM
pozdní sběr	21 °NM
výběr z hroznů	24 °NM
výběr z bobulí	27 °NM
výběr z cibéb	32 °NM
ledové víno	27 °NM
slámové víno	27 °NM

Pro všechny kategorie jakostních vín platí, že hrozny musí pocházet z vhodných vinic a objem sklizně nesmí překročit zákonem stanovený maximální výnos 12 tun z hektaru za jeden rok. Všechna vína musí splňovat požadavky na jakost stanovené provádějícím právním předpisem České republiky a předpisem Evropské unie. Jakostní vína musí být vyrobena ve stejné vinařské oblasti, odkud pocházejí hrozny. Na etiketě tedy musí být uveden název vinařské oblasti a dále může obsahovat název vinařské podoblasti, obce a viniční tratě. Před uvedením vína do oběhu musí vinař podat žádost o zatřídění, k tomu je potřeba znát minimální cukernatost hroznů, ale také další hodnoty jako například obsah alkoholu. Tyto hodnoty jsou stanoveny v akreditovaných laboratořích a po zatřídění se provádí organoleptické hodnocení komisí znalců [1].

2.3.2 Třídění dle zbytkového cukru

Druhým typem klasifikace je třídění podle zbytkového cukru, které vychází z obsahu cukru, který zůstane ve finálním produktu – víně po vykvašení. Mezi hlavní cukry obsažené v hroznech patří glukóza a fruktóza a jejich zastoupení je při sklizni v poměru přibližně 1:1. Cukry se během kvašení přeměňují na alkohol prostřednictvím kvasinek, které jsou především glukofilní, a proto využívají nejdříve glukózu a až později fruktózu. Zbytkový cukr je tedy tvořen především fruktózou a je udáván se v gramech na litr vína. Jeho množství souvisí s typem vína, jakostním stupněm, odrůdou, ročníkem a technologií výroby a podle obsahu zbytkového cukru můžeme dle předpisu EU vína dělit na suchá, polosuchá, polosladká a sladká [3].

Tabulka 2: Rozdělení vín podle obsahu zbytkového cukru [3]

Kategorie vín	Obsah zbytkového cukru
suché	nejvýše 4 g/l nebo 9 g/l, pokud celková kyselost vyjádřená v gramech kyseliny vinné na litr je nejméně o 2 g nižší než obsah zbytkového cukru
polosuché	do 12 g/l nebo do 18 g/l, pokud celková kyselost vyjádřená v gramech kyseliny vinné na litr je nejméně o 10 g nižší než obsah zbytkového cukru
polosladké	vyšší než výše uvedené maximum, ale nepřekračuje 45 g/l
sladké	nejméně 45 g/l

2.3.3 Třídění dle terroiru, V.O.C.

Třetí způsob kategorizace vín je na základě terroiru. Slovo terroir je francouzského původu a vzniklo ze slova territoire, které v překladu znamená území nebo region. Pojem terroir se používá především ve vinařském světě a má velké množství definic. Všeobecně se jedná o označení pro skupinu faktorů, které ovlivňují kvalitu vína. Jde o souhrn geologického podloží, půdy, polohy vinice, mikroklima, odrůdy, působení vinohradníka a zvolenou agrotechniku, ale také zpracování hroznů a následný proces výroby vína [13].

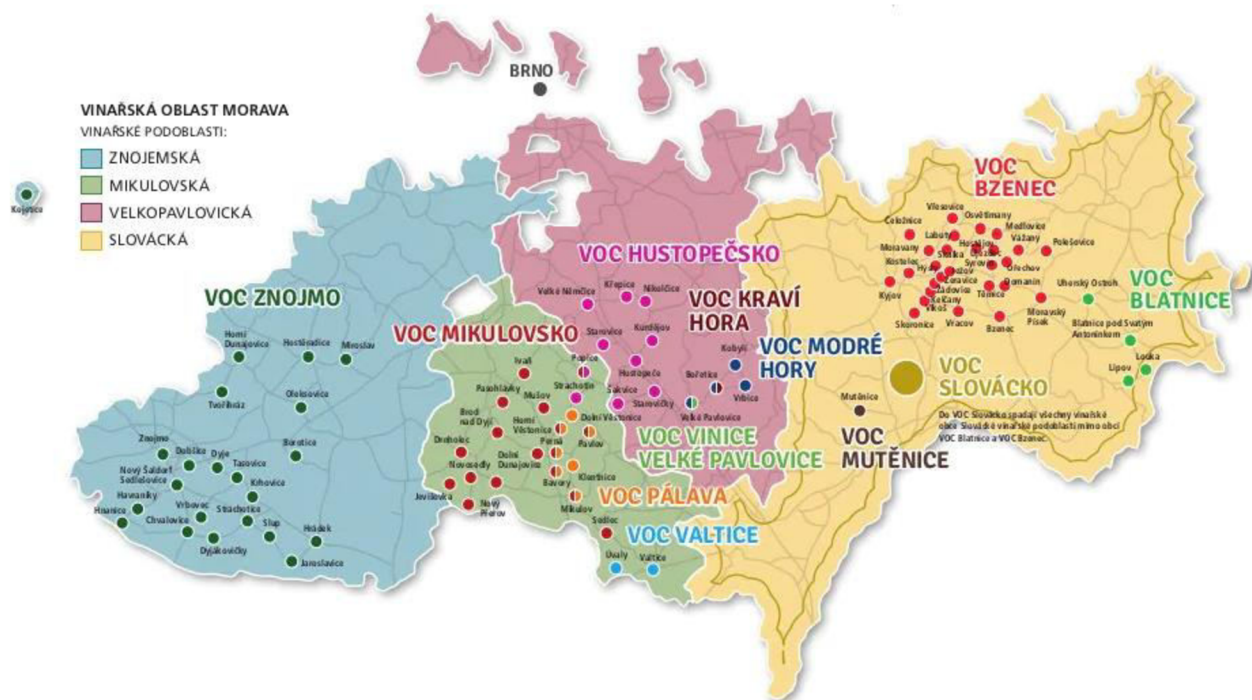
Inspirací pro třídění na základě terroiru byly apelační systémy užívané v jiných vinařských zemích např. Francie (AOC – Appellation d'Origine Contrôlée), Itálie (DOC – Denominazione di Origine Controllata), Rakousko (DAC – Districtus Austriae Controllatus) či Španělsko (DO Denominación de Origen) [4]. Na základě těchto apelačních systémů byl v roce 2004 v novém vinařském zákoně zaveden pojem Víno originální certifikace (V.O.C., VOC) [12]. VOC je románský způsob značení vín, kdy se u vína zohledňují především charakteristické znaky dané oblasti. Jedná se o označování vín dle místa původu hroznů, které dává vínům jedinečný a nezaměnitelný charakter [4]. Víno originální certifikace se vyrábí na menším území, než je vinařská oblast (jde o tzv. mikroregiony), kvalitou musí odpovídat alespoň jakostnímu vínu a musí splňovat požadavky stanovené a kontrolované příslušným sdružením vinařů [1]. Založení VOC spolků a jejich činnost pak podléhá doзору Ministerstva zemědělství ČR. Z úředního pohledu jsou VOC vína specifická tím, že jejich zařazení neprovádí příslušný státní dozorový orgán (SZPI – Státní zemědělská a potravinářská inspekce), ale VOC vína si zařadí jednotlivé spolky pomocí vybraných degustátorů za splnění určitých podmínek.

V současné době je v ČR registrováno celkem 14 spolků VOC. Jako první vzniklo v roce 2009 VOC Znojmo, v roce 2011 následovalo VOC Mikulovsko a VOC Modré hory a do roku 2021 vzniklo dalších 12 VOC spolků [4]. Souhrn všech VOC spolků včetně vybraných typických odrůd je shrnut v tabulce 3.

Tabulka 3: Celkový přehled VOC spolků včetně vybraných odrůd [4]

Název spolku	Rok udělení povolení	Seznam odrůd v rámci VOC
VOC ZNOJMO, z. s.	2009	Sauvignon, Ryzlink rýnský a Veltlínské zelené
V. O. C. MIKULOVSKO, z. s.	2011	Chardonnay, Pálava, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský, Rulandské bílé, Rulandské šedé, Sylvánské zelené, Rulandské modré
VOC MODRÉ HORY, z. s.	2011	Frankovka, Svatovavřínecké, Modrý Portugal
VOC PÁLAVA, z. s.	2012	Ryzlink vlašský
Cech blatnických vinařů, z. s.	2013	Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Rulandské šedé, Chardonnay
Spolek VOC Valtice, z. s.	2015	Ryzlink rýnský, Sylvánské zelené, Rulandské modré
VOC Mělník, z. s.	2015	Rulandské modré, Ryzlink rýnský, Müller Thurgau
VOC Slovácko, z. s.	2016	Muškat moravský, Rulandské bílé, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský, Rulandské modré, Frankovka
VOC Hustopečsko, z. s.	2016	Veltlínské zelené, Ryzlink rýnský, Tramín červený, Rulandské modré
VOC Kraví Hora, z. s.	2017	André
VOC BZENEC, z.s.	2017	Ryzlink rýnský, Rulandské bílé
VOC MUTĚNICE z.s.	2018	Ryzlink rýnský, Sylvánské zelené, Tramín červený, Zweigeltrebe
VOC vinice Velké Pavlovice z.s.	2019	Veltlínské zelené, Neuburské, Tramín červený, André, Frankovka a Rulandské modré
VOC RŮŽOVÉ HORY z.s.	2021	Veltlínské zelené, Tramín červený, Frankovka a Rulandské modré

Každý z VOC spolků má své podmínky a pravidla pro zařazení vín do VOC a jsou povoleny pouze určité odrůdy révy vinné, kterou jsou pro daný mikroregion nejtypičtější. Hrozny musí pocházet z pečlivě vybraných a schválených poloh daného mikroregionu a členové spolku si sami určí pravidla, jak hrozny dále zpracovávat [14]. Mezi stanovená kritéria patří například minimální cukernatost moštu, zákaz doslazování, maximální hektarový výnos, maximální obsah zbytkového cukru a další podmínky týkající se školení vín [3][14]. Navržený postup směřuje k co nejmenšímu vlivu výroby na charakter vína, a naopak podporuje co největší přechod kvality hroznů do vína. Vzájemné hodnocení vín pak provádí členové příslušného sdružení VOC, kteří rozhodnou, zda víno splňuje charakter VOC a může nést toto označení [14]. U těchto vín tak nenajdeme na obalu zatřídění dle jakosti. Předání části zodpovědnosti ze strany státu (SZPI) na sdružení vinařů ovšem neznamená, že se stát zcela vzdává kontroly nad nezávadností a jakostí těchto vín a běžná kontrola vín ve spotřebitelské síti je SZPI i nadále prováděna [15].



Obrázek 3: Mapa moravských vinařských podoblastí a VOC spolků [16]

2.4 V.O.C. Modré hory

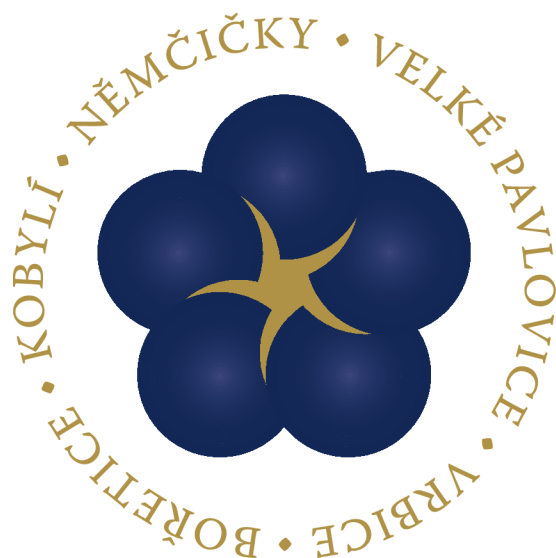
Mikroregion Modré hory se nachází na Moravě ve velkopavlovické vinařské podoblasti a kopíruje katastry obcí Bořetice, Kobyly, Němčičky, Velké Pavlovice a Vrbice. Kromě společné historie spojují tyto obce perfektní podmínky pro pěstování modrých odrůd révy vinné. Modré hory jsou odbornou vinařskou veřejností brány jako srdce modrých hroznů v České republice [17]. Geologicky leží tato oblast na východní hranici Podslézsko-ždánického příkrovu a Vídeňské pánve. Střídají se zde vápenité jíly, slíny, pískovce a slepence. Půdy na tomto území jsou bohaté na vápník a hořčík a jsou velmi vhodné právě pro pěstování modrých odrůd [3]. Hloubka půdního profilu se pohybuje od 30 do 50 cm a nachází se zde bohatá fauna i flóra. Průměrná roční teplota je 9,5 °C, délka slunečního svitu je 1871 hodin za rok a průměrné množství srážek je cca 580 mm. Jedná se tedy o jedno z nejslunnějších a nejteplejších míst v republice [17].

Právě díky ideálním podmínkám a výjimečnému charakteru zde vyrobených vín byl v roce 2011 registrován spolek VOC Modré hory. Jedná se o první apelační systém v České republice, který vyrábí vína pouze z modrých odrůd révy vinné. VOC Modré hory sdružuje vinaře z výše uvedených 5 obcí a v současné době má spolek 19 členských vinařství. Vinaři pro VOC zvolili 3 nejtradičnější, momentálně nejpěstovanější a nejproduktivnější odrůdy pro tento region – Frankovku, Svatovavřínecké a Modrý Portugal [14]. Z těchto odrůd je možné uvádět na trh červená vína po 18měsíčním zrání nebo mladá růžová vína [3]. VOC také dovoluje směsi z uvedených červených odrůd, kdy v případě červených vín lze vyrábět kupáže ze všech tří povolených odrůd a u rosé pouze ze dvou odrůd [18].

V roce 2020 bylo zaříděno celkem 29 692 litrů vín s označení VOC Modré hory a nejvíce zastoupenou odrůdou byla Frankovka [14][17].

Vína s označením VOC musí být vyrobena na základě následujících podmínek tak, aby se odlišovala od běžných odrůdových vín vyrobených ve velkopavlovické vinařské podoblasti:

- Hrozny na výrobu vín s označením VOC Modré hory musí pocházet pouze z registrovaných vinic katastrů obcí Bořetice, Kobyly, Němčičky, Velké Pavlovice a Vrbice.
- Hektarový výnos nesmí překročit 11 tun.
- Hrozny musí být sklizeny ručně.
- Vína lze vyrábět z hroznů révy vinné v odpovídající kvalitě pro přípravu jakostních vín a cukernatost hroznů musí být minimálně 19 °NM.
- Hrozny révy vinné pro výrobu vína s označením VOC Modré hory musí být ověřeny SZPI (tj. odrůda, původ, cukernatost a hmotnost).
- Je možné vyrábět pouze suchá vína.
- Obsah skutečného alkoholu musí být minimálně 12 % u červených vín a 10 % u vín rosé [18].
- Vína nesmí být vyrobena metodou karbonické macerace (tj. fermentace celých hroznů v tlakové nádobě v atmosféře CO₂) a termovinifikace (tj. zahřátí rmutu před lisováním na teplotu vyšší než 70 °C) [2][17].
- Je povolena jablečno-mléčná fermentace.
- Vína musí vykazovat typické sensorické vlastnosti, které jsou pro červená vína odrůdy Frankovka následující:
 - barva: rubínová, karmínová v různých intenzitách
 - vůně: peckové ovoce (třešně, višně), černé ovoce (černý jeřáb, tmavé třešně, ostružiny), skořice
 - chuť: svěží, kořenitá, harmonická, čistá s pikantní kyselinou a bez výrazných dřevitých tónů a barikového aroma (není povoleno provádět školení vín v nových sudech barrique)
- Červená vína mohou jít na trh nejdříve po 18 měsících zrání a tato doba se počítá od data ověření hroznů.
- Lahvování musí probíhat pouze u členů VOC Modré hory a na území regionu Modrých hor.
- Vína musí být balena do lahví o objemu maximálně 0,75 l.
- Lahve červených vín mohou být uzavřeny pouze kvalitním korkovým uzávěrem, u vín rosé je povolen šroubovací uzávěr.
- Vína musí být schválena na několika technologických degustacích a následně na oficiálním zařídování, na které dohlíží také starostové jednotlivých obcí a zástupci Ministerstva zemědělství.
- Vína zaříděná jako VOC Modré hory jsou opatřena speciálním kolkem na hrdlu láhve s logem VOC Modré hory (viz Obrázek 4) a číselným kódem, který identifikuje výrobce, číslo šarže a počet lahví [17][18].



VOC MODRÉ HORY

Obrázek 4: Logo VOC MODRÉ HORY [17]

Tabulka 4: Seznam členů VOC Modré hory a zaříděné ročníky vín odrůdy Frankovka [17]

Členská vinařství	Zaříděné ročníky červených vín odrůdy Frankovka
Vinařství Baloun	2011, 2010
VÍNO J. STÁVEK	2019, 2018, 2017, 2016, 2015, 2013, 2011
Víno z Kobylí	2012, 2009
Rodinné vinařství Jedlička	2018, 2017, 2016, 2015, 2009, 2008
Vinařství Lacina	2015, 2012, 2009
Vinařství Syfany	2018, 2017, 2016, 2015, 2013, 2012, 2011
Vinařství Vít Sedláček	2018, 2015, 2013, 2012, 2011
Vinařství Pavel a Radim Stávkovi	2019, 2018, 2017, 2016, 2015, 2013, 2012, 2011
Vinařství Arte Vini	2019, 2016, 2015, 2012, 2009
Vinařství Horák	2018, 2017, 2016, 2015, 2014, 2012
Vinařství Mitoma	2018, 2015
Vinařství Ludwig	2016
Vinařství Baraque	2017
Vinařství Turek & Šiška	2019, 2018, 2016
VÍNA HERZÁNOVI	2019, 2018, 2017
Vinařství Bukovský	2019
Vinařství V & M Zborovský	–
Vinařství ZD Němčičky	–
Vinařství Pazderka Bořetice	–

2.5 Technologie výroby červených vín

K tomu, aby vinař vytvořil výborné červené víno, je třeba mnoho znalostí, zkušeností a dobře vyškolené smysly pro posouzení dokonalé harmonie mezi třemi rozhodujícími prvky kvality červeného vína – barvou, aromatickými látkami a taniny (tříslovinami) [1]. Metody výroby vína se liší nejen od kraje ke kraji, ale také od oblasti k oblasti, a dokonce i mezi jednotlivými vinaři ve stejné obci. Velmi záleží na tom, zda jsou dodržovány tradiční principy výroby nebo jsou využívány inovace a moderní technologie [19]. Vinař by měl mít představu, jaký styl vína bude z hroznů vyrábět. Na tomto rozhodnutí závisí celé zpracování, které výsledný produkt ovlivňuje v případě červeného vína více než u vína bílého. Mezi možnými typy červených vín můžeme najít mladá vína s ovocnými tóny a s nižším množstvím tříslovin a alkoholu nebo vína vhodná ke konzumaci po středně dlouhé době zrání, která jsou plnější a obsahují dostatek tříslovin. Další možností jsou pak vína vhodná ke konzumaci po dlouhodobém zrání, která mají komplexní aroma a vyšší množství tříslovin a alkoholu [20]. Záleží tedy na výrobcí, jakou cestu si zvolí, avšak jakkoliv se vinař rozhodne, určité zásadní principy výroby zůstávají vždy stejné [19].

2.5.1 Sklizeň hroznů

Kvalita vína vzniká už ve vinici a speciálně u toho červeného je mimořádně důležité mít zdravé a dostatečně vyzrálé hrozny. U modrých odrůd je žádoucí, aby cukernatost sklizených hroznů dosahovala alespoň 19–21°NM [1]. Avšak maximální barva, vyzrálé třísloviny a zdravotní stav mají přednost před maximální cukernatostí. Je tedy lepší mít zdravé hrozny, ale nižší cukernatost, protože jakákoliv vada výchozího materiálu způsobuje problémy při zpracování a projeví se také v nižší barvě hotového vína. Určit správný čas sklizně je velmi důležité, a proto se obvykle detailně sleduje obsah cukrů v bobulích pomocí refraktometru a množství kyselin. Sběr hroznů pak může probíhat ručně nebo mechanicky s použitím sklízecích strojů [20].

2.5.2 Odzrňování a mletí

Po sklizni dochází k oddělování stopky (třapiny) od bobulí, tomuto procesu se v odborné vinařské terminologii říká odzrňování. Důležité je, aby tento proces proběhl velmi šetrně. Moderní odzrňovací stroje se snaží odtrhnout bobule tak, aby nedošlo k narušení třapin a do vína se tak nedostal chlorofyl a tzv. zelená příchut' [1].

Mletím bobulí se pak naruší slupka, uvolní se dužnina a pečičky a vzniká rmut. Z bobulí vyteče šťáva a do moštu se dostávají barviva a třísloviny ze slupek. Nesmí ale dojít k narušení pečiček, jejichž třísloviny mají nepříjemně hořkou a svíravou chuť a jsou nežádoucí [20]. V některých případech se hrozny nemelou a nechají se kvasit jako celé bobule, tento specifický styl zpracování dává vínům zvláštní aroma a strukturu [1].

2.5.3 Příprava na kvašení

Před kvašením se rmut může různými způsoby upravovat. Mezi tyto postupy patří síření, zvyšování obsahu cukrů, tepelná úprava, přidání kvasinek, enzymů nebo čířidel [1].

Síření se nejčastěji provádí pomocí disiřičitanu draselného ($K_2S_2O_5$) nebo oxidu siřičitého (SO_2). Síra má antioxidační a aseptické vlastnosti a využívá se kvůli tomu, že všechna vína jsou do jisté míry oxidována, protože už od mletí je rmut vystaven přístupu vzduchu [19]. Sířením je vyvázan vzdušný nebo rozpuštěný kyslík, a tím se chrání mošt před chemickou oxidací. Dochází k potlačení činnosti oxidačních enzymů, zpomaluje se rozpad barviv a aromatických látek a jsou také potlačeny octové bakterie a „divoké“ kvasinky, které se po rozdrčení bobulí rychle množí [1].

Pokud je kvůli nepříznivému počasí špatná úroda a nízká cukernatost hroznů, je povoleno doslazování moštu. Tím se pak zvýší obsah přirozeného alkoholu, který dodá budoucímu vínu plnost a zlepší extrakci barviv. Přídavek sacharózy nebo zahuštěného hroznového moštu se musí přidávat jednorázově na začátku kvašení, aby si kvasinky zvykly na nové podmínky [1]. Zvyšování cukernatosti má svá pravidla a je povolenou pouze u vín stolních, zemských a jakostních, jakostní vína s přívlastkem se už doslazovat nesmí [20].

Přidávání selektovaných čistých kultur kvasinek se používá k rychlému rozkvašení a k dostatečně intenzivnímu i čistému prokvašení bez zbytkového cukru. K tomu potřebují vinné kvasinky optimální startovací teplotu, která se pohybuje kolem 18–20 °C [1].

Přidáním pektolytických enzymů lze urychlit uvolňování barviv z buněk slupky, a tím lze zkrátit dobu naležení rmutu a kvasný proces. Ošetření enzymy má také vliv na lepší vylisování, odkalení a filtrovatelnost vín [20].

2.5.4 Kvašení

Alkoholové kvašení (fermentace) je proces, kdy kvasinky přeměňují glukózu a fruktózu z hroznového moštu na etanol a oxid uhličitý. V případě alkoholového kvašení jde o kvasinky rodu *Saccharomyces* [20]. Nevzniká však pouze alkohol a oxid uhličitý, ale i řada sensoricky významných primárních a sekundárních produktů, které vytváří kvasné aroma. Mezi primární vedlejší produkty patří glycerol, kyselina mléčná, octová, jantarová a citronová. Sekundárními produkty pak jsou aceton, diacetyl, vyšší alkoholy, estery, karbonylové sloučeniny a aromatické látky [3].

Vinař si zvolí, zda nechá víno kvasit spontánně pomocí kvasinek přítomných na hroznech nebo použije sušené čisté kultury, které do moštu přidá a ten následně začne kvasit rychleji. Přídavek selektovaných kvasinek je vhodný i proto, že je v moštu hned od začátku dostatečné množství kvasničných buněk, a tím se zvyšuje pravděpodobnost, že se celý kvasný proces vyvine bez potíží a správným směrem. Zároveň při kvašení nevzniká nadměrné množství pěny a nevytváří se příliš vedlejších látek, které pak znesnadňují filtraci [1].

Důležitým faktorem ovlivňujícím fermentaci je teplota. Ideální teplota pro kvašení červených vín je kolem 25 °C. Tato teplota je dostatečná pro tvorbu aromatických látek a zajistí, že kvasinky prokvasí mošt bez zbytkového cukru. [20]. Současným trendem výroby vína je řízené kvašení, kdy se během procesu hlídá teplota tak, aby se ve víně uchovalo více aromatických látek a vína byla odrůdově charakteristická. Zároveň se tím zamezí množení nežádoucích mikroorganismů [3]. Cílem řízeného kvašení je udržování teploty mezi 15–18 °C u bílých vín a u červených vín se teplota udržuje v rozmezí 24–26 °C. Fermentace proto probíhá většinou v nerezových tancích s teplotní regulací, které jsou opatřeny dvojitým pláštěm či dnem vhodným pro chlazení nebo ohřev.

Etanol vznikající při kvašení omezuje činnost kvasinek. K omezování dochází při 12–13 obj. % alkoholu a při 15–17 obj. % alkoholu dojde k zastavení jejich činnosti, protože tato koncentrace je pro kvasinky rodu *Saccharomyces* toxická. Rmut v závislosti na typu vína a použité technologii kvasí po dobu 5–30 dní a délkou kvašení může vinař ovlivnit cukernatost vyráběného vína. Pokud zastaví kvašení dříve, než kvasinky spotřebují veškerý cukr, vyrobí víno se zbytkovým cukrem, to je ale při výrobě červených vín spíše rarita [1].

2.5.5 Macerace

Hlavním technologickým krokem při výrobě červených vín je macerace. Jedná se o proces, při kterém se ze slupek hroznů uvolňují červená barviva (antokyany), třísloviny a aromatické látky a zároveň dochází k alkoholovému kvašení [3]. Veškeré zpracování hroznů je zaměřeno na to, aby se tyto fenolické látky vyextrahovaly ze slupek do moštu a víno získalo červené

zbarvení [20]. Antokyanová barviva se začínají uvolňovat okamžitě po narušení slupky, kdy ještě neprobíhá alkoholového kvašení, zato třísloviny se ze slupek uvolňují až 2.–3. den macerace, kdy už je obsah alkoholu kolem 3–6 obj. %. Macerace může probíhat několika způsoby. Nejtradičnějším způsobem je macerace v otevřené nádobě, která se provádí v dřevěných nebo plastových kádích a tento způsob výroby je typický především pro malovinaře. Ve velkovýrobě se využívají nerezové vinifikátory, které umožňují míchání rmutu a regulaci teploty. Každý vinař si tak zvolí způsob a délku macerace a tím může ovlivnit výsledný styl vína. Optimální teplota pro průběh macerace se pohybuje mezi 25–28 °C [3]. Plnější vína s vyšším obsahem tříslovin a potenciálně delší životností zůstávají ve styku se slupkami po dobu až 2 měsíců, naopak lehčí vína se oddělují od slupek už po 10 dnech [19]. Dalším faktorem ovlivňujícím intenzitu vyluhování barviv je pohyb rmutu, nejčastěji se používá míchání, přečerpávání nebo rozstříkávání kvasícího moštu. Můžeme se také setkat s prodlouženou macerací, kdy je rmut ponechán k vyluhování i několik měsíců po ukončení alkoholového kvašení [1].

2.5.6 Biologické odbourávání kyselin (BOK)

Jablečno-mléčná fermentace, malolaktické kvašení nebo biologické odbourávání kyselin je biochemický proces, při němž se v chuti ostrá kyselina jablečná mění na chuťově jemnější kyselinu mléčnou a na oxid uhličitý. Tento proces se hlavně využívá pro zjemnění chuti červených vín [1]. Z 1 g kyseliny jablečné vznikne 0,67 g kyseliny mléčné, oxid uhličitý a další vedlejší produkty, dojde tak ke snížení obsahu kyselin a mimo to i k ovlivnění aroma a víno se stane chuťově plnějším [20]. Kyselina jablečná se redukuje již v průběhu zrání hroznů, ale určité množství zůstává i ve vyzrálých hroznech a také ve víně. Aby došlo k jablečno-mléčné fermentaci, je nezbytná přítomnost specifických mléčných bakterií *Oenococcus oeni*. Ty se přirozeně nacházejí na slupkách hroznů spolu s kvasinkami a jinými mikroorganismy. Tyto mléčné bakterie vyžadují pro svoji činnost určité teplo (ideálně teplotu 22–25 °C), nízkou hladinu oxidu siřičitého, pH v rozmezí 3–4 a různé živiny, které jsou přítomné v hroznech [19]. Biologické odbourávání kyselin nastane buď samovolně nebo je nutné přidat víno, v němž se již BOK rozvinulo, případně přidat čistou kulturu speciálního kmene mléčných bakterií. Proces jablečno-mléčné fermentace samovolně skončí, jakmile je veškerá kyselina jablečná odbourána na kyselinu mléčnou, což lze spolehlivě zjistit analytickým rozbořem [1]. Bakterie malolaktického kvašení jsou schopny využívat jako zdroj energie kyselinu jablečnou, ale také kyselinu citronovou a zbytkový cukr. Při rozložení veškeré kyseliny jablečné nastává nebezpečí, že začnou rozkládat i kyselinu citronovou za vzniku diacetylu, který dodává vínům nepříjemnou máselnou chuť. Ze zbytkového cukru vzniká kyselina octová a jiné nežádoucí vedlejší produkty a při nedostatečné kontrole tak může dojít k negativnímu ovlivnění chuti. Je proto důležité ve vhodnou dobu zastavit mikrobiologické děje a proces BOK snížením teploty a přiměřeným zasiřením vína [20].

2.5.7 Lisování

Po ukončení kvašení případně po ukončení dlouhé macerace následuje lisování neboli oddělení mladého červeného vína od slupek. Hlavní zásadou při lisování je použití nízkého tlaku na počátku lisování, který se postupně zvyšuje a tím je umožněn plynulý odtok mladého vína [1]. V praxi se můžeme setkat s lisy mechanickými, hydraulickými nebo pneumatickými, které mohou být ve vertikálním nebo častěji horizontálním uspořádání [20].

2.5.8 Školení vín

Pod pojmem školení vín se rozumí souhrn operací, kterými musí mladé víno po prvním stočení z kalů projít, aby dospělo do určitého stádia zralosti a harmonie. Jedná se hlavně o kroky vedoucí ke stabilizaci vína a k jeho přípravě na lahvování. Mezi tyto kroky patří například oddělení mladého vína od kvasničných kalů, snižování obsahu rozpuštěného CO₂, opatření vedoucí k uchování odrůdového aroma, chuťových látek a látek vzniklých fermentací a získání stálé čistoty vína pomocí čiření a různých filtrací [1].

2.5.8.1 Stabilizace barvy

U červeného vína je stabilizace barvy velmi komplexní a mnohotvárný proces. Tento složitý proces probíhá od extrakce až do několikaměsíčního zrání a je založený na oxidaci a polymerizaci. Červená barviva (antokyany) jsou uložena ve slupce bobulí ve formě monomerů a jsou velmi reaktivní. Ve rmutu, při kvašení a později v mladém víně postupně ubývá monomerních antokyanů a tyto malé molekuly se vzájemně spojují ve větší a složitější komplexy. Proces spojování molekul antokyanů do agregátů se nazývá kopigmentace. Barva vzniklých komplexů je intenzivní, ale vzájemné vazby mezi monomery jsou volné a agregáty se tak snadno rozpadají. Monomery antokyanů mohou být vázány na větší molekuly tříslovin, v tomto případě se jedná o přímou kondenzaci. Konečným produktem je struktura taninů červeného vína, které jsou v mladých vínech ještě hořké a škrablavé a teprve později chutnají sametověji a jsou méně trpké. Dalším procesem stabilizace barvy je smíšená kondenzace, kdy mezi sebou reagují antokyany, taniny a acetaldehyd. Tento vyšší stupeň polymerace stabilizuje barvu nejlépe a zároveň přispívá ke zmírnění svíravé a hořké chuti. U červených vín není žádoucí ani příliš vysoký, ani příliš nízký obsah tříslovin. Každopádně čím více tříslovin víno obsahuje, tím více času potřebuje k harmonizaci [1][20].

2.5.8.2 Čištění vína (*sedimentace, stáčení, čiření, filtrace*)

Přítomnost kvasinek a bakterií po ukončení fermentace může způsobovat různá onemocnění a vady vín. Samočištění vína probíhá po ukončení kvašení samovolně, avšak samočištěním se jen málokdy dosáhne takového stupně čistoty a stability vína, jakou vyžaduje současný trh. Většina mladých vín se proto čistí a zbavuje mikroorganismů stáčením, zasířením, čiřením nebo pomocí filtrace [1].

Mrtvé kvasinky, bakterie, úlomky bobulí a třapin i vysrážený vinný kámen sedimentují na dno nádoby a stáčením neboli přemístěním vína do jiné, čisté nádoby nebo sudu dojde k oddělení vína od kalů. Při stáčení dochází zároveň k homogenizaci, uvolní se přebytečný oxid uhličitý a vyprchá i malé množství alkoholu. V závislosti na použitém způsobu stáčení (s provzdušněním nebo bez provzdušnění) dojde při tomto kroku také ke zvýšení rozpuštěného kyslíku ve víně. Vývoj chuťového projevu závisí na dávkách kyslíku a době působení kyslíku na víno. Nadměrné nebo naopak nedostatečné provzdušnění ovlivňuje aroma, vznik buketu a přeměnu taninů i antokyanů. Zvláště u červených vín je provzdušnění žádoucí, protože přispívá ke zrání vína a stabilizaci barvy [1]. V moderních technologiích se stáčení vína provádí v průběhu zrání několikrát, po přečerpání mladého vína do jiné nádoby začne přítomný kvasničný kal znovu sedimentovat a po usazení se víno stočí z kalů znovu [19].

Víno po fermentaci může a nemusí vypadat zakaleně, ale obsahuje ještě rozptýlené látky, které mohou způsobit zákal v láhvi. Pro odstranění zákalu se používají čířidla. Po přidání čířidla do vína dojde k navázání částice zákalu na čířidlo pomocí fyzikálních nebo chemických vazeb případně elektrolytických sil. Ve víně se začnou vytvářet shluky, které jsou těžší a usadí se na dně nádoby. Nejčastěji používanými čířidly jsou bentonit (jílovitá hornina), želatina, křemičitý sol, vaječný bílek, taniny, vyzina a kasein [19].

Třísloviny v červených vínech působí jako přirozené čiřidlo a stabilizátor termolabilních bílkovin a společně s kyslíkem a delším časem ležení podporují proces samočištění [21]. Pomocí čiřících prostředků může také dojít k odstranění nebo alespoň ke snížení negativních vůní a chutí, které jsou důsledkem vady či choroby vína [20]. Každým čiřením se ale víno ochuzuje o aromatické látky. Závisí to na druhu čiřidla, jeho dávkách a počtu čiřících zásahů, proto je vhodné stanovit optimální kombinaci čiřidla a dávkování předběžnou zkouškou [21].

Žádné čiření nedokáže odstranit všechny mikrobiální zárodky, zato pomocí filtrace můžeme víno velmi rychle zbavit nejenom kalů, ale i mikroorganismů. Filtrace pomocí nejrůznějších typů filtrů je nejběžnější způsob čištění mladých vín, který je využíván ve velkých i malých vinařských podnicích. Filtrací se z vína odstraňují pevné částice tak, že víno protéká filtračním materiálem různé struktury a hustoty, který částice zachytí. Jako filtrační materiál se používá hlavně křemelina, celulózy, perlit a plastové membrány. Existují různé druhy filtrací, např. membránová, vložková nebo křemelinová filtrace. Ostrost filtrace závisí na velikosti pórů filtračního materiálu, ale i dalších faktorech a obecně lze filtrace rozdělit na hrubou, střední a ostrou [1]. Filtrování vína k dosažení jeho čistoty a stability je dnes běžné, ale můžeme se setkat i s červenými víny, která se lahvuji bez filtrace [3].

2.5.8.3 Zrání vína v sudech

Mladé červené víno musí nějakou dobu zrát, zrání může probíhat v nerezových nebo jiných vzduchotěsných nádobách, kde ale proces zrání probíhá velmi pomalu. Rychleji probíhá zrání ve velkých dřevěných sudech a nejrychleji v malých dřevěných sudech [2]. Pro výrobu sudů se nejčastěji používá dubové, akátové nebo kaštanové dřevo. Velmi používané jsou sudy barrique, které jsou vyrobené z vybraného dubového dřeva a mají tradiční objem 225 litrů. Vnitřní zaoblené stěny jsou ožehnuté plamenem, který vzniká ze spalování téhož dřeva a tím dojde ke zuhelnatění vnitřního povrchu. Toustování (vypalování) je hlavním krokem ve vývoji charakteru dřeva a probíhá při teplotách až 230 °C po dobu 15–60 minut [3]. Tímto speciálním ošetřením sudu vzniknou na povrchu dřeva zajímavé aromatické látky, které se pak během zrání dostávají do vína a víno získává kouřové, vanilkové nebo čokoládové aroma [20]. Sud předává vínu různé aromatické sloučeniny jako jsou furany, laktony, aromatické aldehydy a fenoly a další a tyto látky by ideálně měly chuť vína příjemně doplňovat, aniž by zcela potlačily jeho původní či odrůdový charakter [1]. Kvalita dubového sudu závisí na geografickém původu dřeva, toustování a také na tom, kolikrát byl již sud použit. S četností použití sudu klesá intenzita extrakce látek obsažených ve dřevě [3]. Záleží také na velikosti pórů dřeva, pomocí kterých probíhá mikrooxidace, která ovlivňuje barvu červených vín. Mikrooxidací dochází k úbytku volných anthokyanů a tvorbě polymerních pigmentů [22]. Provdušňování vína i jeho způsob čištění a stabilizace v dřevěných sudech má příznivý vliv na chuťové vlastnosti výsledného vína [1].

Ideální dobu zrání v sudech nelze určit, protože závisí na konkrétním víně a na jeho požadovaném charakteru. Jednotlivé látky obsažené ve dřevě se extrahují různě dlouho a víno je tak pokaždé jiné. Můžeme jít ale mírně přes požadovanou intenzitu dřevěného aroma, protože filtrace a lahfováním se část dřevěného aroma ztratí [20].

2.5.9 Lahfování

Posledním krokem je lahfování. Víno by mělo být natolik stabilní, aby v láhvi nevznikaly usazeniny a nedocházelo k nežádoucím změnám. Před lahfováním je vhodné víno senzorycky zhodnotit a podrobit tepelnému testu na termolabilní bílkoviny. Při plnění je důležité dodržovat sterilní podmínky a zabránit tak mikrobiální kontaminaci. Vinař zvolí vhodný uzávěr podle toho, zda je víno určeno k rychlé spotřebě nebo na dlouhodobou archivaci. U červených vín je nejčastěji používán přírodní nebo lisovaný korek, který má vysokou

elasticitu a propouští plyny, čímž umožňuje vínu zrát na láhvi. Nevýhodou je ale jeho vysoká cena a riziko vzniku korkové pachuti, kterou způsobují mikroorganismy uvnitř korku produkující látku 2,4,6-trichloranisol (TCA). Alternativou korku jsou plastové zátky nebo kovové uzávěry, které ale výrazně zpomalí vývoj vína v láhvi a víno by mělo být v tomto případě lahrováno až při dosažení spotřební zralosti.

Víno v lahvích musí být správně označeno etiketou, aby se konzument mohl informovat o víně ještě před jeho otevřením. Víno se i po lahrování stále vyvíjí a je třeba ho správně skladovat. Při skladování je důležitá stálá teplota, nízká vlhkost vzduchu a nepřítomnost světla. Lehká červená vína se doporučuje vypít do 2 až 3 let a červená vína, která například zrála v barikových sudech nebo v sudech obecně můžeme nechat zrát i několik let [20].

2.6 Statistická analýza, chemometrie

Chemometrie je vědní disciplína, která využívá matematické funkce, statistiku a informatiku k analýze chemických dat [23]. Jedním z hlavních cílů při použití této interdisciplinární techniky je transformace informací obsažených v naměřeném datasetu na srozumitelný výsledek, který pak umožňuje provést popis a zhodnocení sledovaného systému. Chemometrie se využívá pro optimalizaci chemických postupů a experimentů a hraje nepostradatelnou roli při interpretaci a modelování dat [24]. Časté uplatnění najdeme při zpracování vícerozměrných dat, kdy je sledovaný systém popsán více parametry. Právě víno je velmi složitý systém obsahující obrovské množství chemických sloučenin zastoupených v různých koncentračních mezích. Ve spojení s vínem bývá chemometrie často používána pro rozlišení vína dle geografického původu, ročníku nebo odrůdy a také pro ověření autenticity vín. V průběhu posledních let bylo aplikováno mnoho chemometrických technik na tuto problematiku [25]. Při rozlišování a klasifikaci vína se obecně používá analýza těkavých látek k charakterizaci odrůdy, prvkové složení obvykle slouží k identifikaci geografického původu a fenolické látky již byly úspěšně použity ke klasifikaci vín dle odrůdy i podle zeměpisného původu [26][27][28][29]. Při rozlišování a klasifikaci vína se využívají techniky vícerozměrné analýzy jako je analýza hlavních komponent (PCA), diskriminační analýza (DA), shluková analýza (CLA), kanonická analýza (CA) a další [30]. Chemometrie nabízí výkonné nástroje používané při analýze vína a v mnoha dalších oborech, neumím ale zázraky. Před použitím těchto technik je potřeba znát danou problematiku, mít kvalitní sbírku analytických dat a vhodně zvolit chemometrické techniky, protože i z dobrého datasetu můžeme pomocí nesprávných technik produkovat neúčinné informace [23].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Měření bylo provedeno na Fakultě chemické Vysokého učení v Brně. Pro experimentální část byla použita laboratoř z ústavu Chemie potravin a biotechnologií a laboratoř z Biofyzikálního ústavu Akademie věd České republiky.

3.1 Laboratorní pomůcky a vybavení

3.1.1 Chemikálie

- ultračistá voda z laboratorní jednotky ELGA (Elga, UK)
- methanol v LC-MS kvalitě (Fisher Scientific, USA)
- kyselina mravenčí (VWR International, USA)
- LiCl (Sigma-Aldrich, Německo)
- HClO₄ (Sigma-Aldrich, Německo)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Sigma-Aldrich, Německo)
- bezvodý Na₂CO₃ (Lachema, ČR)
- kyselina gallová (Thermo Scientific, USA)
- standardy pro ICP-OES: vodný kalibrační roztok Ca, K, Mg, Na. (c=5000 mg/l), vodný kalibrační roztok Rb (c=1 g/l), vodný kalibrační roztok P, (c=10 g/l) (Analytika Praha, ČR)
- standardy pro ICP-MS: vodný kalibrační roztok Al, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pd, Sr, Ti, Tl, V, Zn (c=100 mg/l), vodný kalibrační roztok Ce, La, Nd, Pr (c=100 mg/l) a Dy, Er, Eu, Gd, Ho, Lu, Sc, Sm, Tb, Tm, Y, Yb (c= 20 mg/l) (Analytika Praha, ČR)
- standardy pro HPLC: kvercetin, myricetin, resveratrol, katechin, oenin, naringenin, kaempferol, galokatechin, epikatechin galát, k. kávová, k. syringová, k. kumarová, k.galová, k. protokatechová, k. vanilová (Sigma-Aldrich, Německo)
- standardy pro IC: k. mléčná, k. jablečná, k. octová (c=1 g/l) (Sigma-Aldrich, Německo)

3.1.2 Pomůcky

- běžné laboratorní sklo Simax (Kavalier, ČR)
- plastové zkumavky (10 ml)
- injekční stříkačky a nylonové mikrofiltry o velikosti pórů 0,45 μm
- automatické pipety (Thermo scientific)
- špičky (Finnpipette, Finsko)
- skleněné vialky, uzávěry se septem
- kyveta

3.1.3 Přístroje

- analytické váhy
- vortex
- ultrazvuk
- optický emisní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem Horiba Ultima 2 (Horiba Scientific, Francie)
- hmotnostní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem Agilent 7900 (Agilent technologies, USA)
- iontový chromatograf Metrohm 850 Professional (Metrohm, Švýcarsko)
- kapalinový chromatograf Agilent infinity1260 (Agilent technologies, USA)
- UV-VIS spektrofotometr
- plynový chromatograf TraceTM 1310 se split/splitless injektorem (ThermoFisher Scientific Inc., USA)
- Hmotnostní spektrometr ISQTM LT Single Quadrupole (ThermoFisher Scientific Inc., USA)

3.2 Analyzované vzorky

V této diplomové práci bylo zkoumáno 24 vzorků moravských vín odrůdy Frankovka z ročníku 2018 a 2017. 12 vzorků (vzorky č. 13 až 24) neslo označení VOC Modré hory a zbylých 12 vín bylo vybráno tak, aby byly zastoupeny všechny 4 moravské podoblasti (velkopavlovická, mikulovská, slovácká, znojemská) po 3 vzorcích. Vína byla před analýzou skladována v temných a chladných prostorech a jednotlivé lahve byly otevřeny až před zahájením analýzy. Vzorky vín byly přefiltrovány přes stříkačkový filtr o velikosti pórů 0,45 μm a byly vhodně zředěny dle jednotlivých analýz. Seznam vzorků je uveden v tabulce 5.

Tabulka 5: Seznam vzorků červených vín odrůdy Frankovka

Vzorek	Podoblast	Vinařství	Trat'	Obec	Ročník	Alkohol [obj. %]	Kyseliny [g/l]	Zbytkový cukr [g/l]
1	velkopavlovická	Veverka	Novosádky	Čejkovice	2018	14	–	–
2	velkopavlovická	Rodinné vinařství Sedlák	Dlouhá hora	Velké Bílovice	2018	14	5,2	0,8
3	velkopavlovická	Vladimír Tetur	–	Velké Bílovice	2017	14	–	0,4
4	mikulovská	Gotberg	Svidrunk	Popice	2017	13	5,5	0,3
5	mikulovská	Château Valtice	Pod Slunným vrchem	Dolní Dunajovice	2017	12,5	5,6	0,5
6	mikulovská	Maňák	Kamenný vrch	Novosedly	2018	14	6,2	1,2
7	znojemská	Trpělka & Oulehla	Na nivách	Dolní Kounice	2017	12,5	6,7	0,3
8	znojemská	Vinselekt Michlovský	Na nivách	Dolní Kounice	2018	13	–	–
9	znojemská	Lahofer	Na vyhlídce	Olbramovice u Mor. Krumlova	2017	12	4,8	0,3
10	slovácká	U Urbana	–	–	2018	13	–	–
11	slovácká	Zámecké vinařství Bzenec	Podvinohradí	Hovorany	2018	12,7	5	0,6
12	slovácká	Vinný dům	Prostřední hora	Mařatice	2018	12,5	5,9	0,5
13	V.O.C. Modré hory	Horák	Krátký	Vrbice	2018	13,5	5,3	0,5
14	V.O.C. Modré hory	Horák	Krátký	Vrbice	2017	13	5	0,5
15	V.O.C. Modré hory	MITOMA	Skale	Vrbice	2018	13	5,8	1,2
16	V.O.C. Modré hory	Vít Sedláček	Skale	Vrbice	2018	13	–	1,7
17	V.O.C. Modré hory	Syfany	Úlehle	Vrbice	2018	13	5,8	0,6
18	V.O.C. Modré hory	Herzánovi	Růžený	Němčičky	2017	12,5	6,8	0,04
19	V.O.C. Modré hory	J. Stávek	Růžený	Němčičky	2017	13,5	5,6	0,3
20	V.O.C. Modré hory	Vinařství Pavel & Radim Stávkovi	Soudná	Němčičky	2018	13	5,1	0,5
21	V.O.C. Modré hory	Rodinné vinařství Jedlička	Terasy	Bořetice	2018	12,5	6	0,1
22	V.O.C. Modré hory	Rodinné vinařství Jedlička	Terasy	Bořetice	2017	12,5	6,7	0,9
23	V.O.C. Modré hory	Herzánovi	Nivky	Kobylí	2018	13	5,7	0,4
24	V.O.C. Modré hory	Baraque	Nadzahrady	Velké Pavlovice	2017	12,5	5,8	0,2

3.3 Instrumentální metody

3.3.1 Stanovení stopových prvků pomocí ICP-MS

Stopové prvky ve vínech byly stanoveny pomocí hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem. Analýza byla provedena na ICP-MS Agilent 7900 na Biofyzikálním ústavu Akademie věd České republiky. Ve vínech bylo analyzováno celkem 35 stopových prvků. Nastavení přístroje a podmínky měření jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Podmínky stanovení stopových prvků pomocí ICP-MS

Název a typ přístroje	ICP-MS Agilent 7900
Chladicí plyn	14,98 l/min
Pomocný plyn	14,63 l/min
Výkon RF	1550 W
Průtok kolizního plynu (He)	0,11 ml/min
Tlak kolizního plynu	0,92 kPa
Extrakční čočka 1	0 V
Extrakční čočka 2	-174,98 V
Omega bias	-79,97 V
Omega čočka	10,07 V
Cela – vstup	-29,91 V
Cela – výstup	-49,61 V
Deflektor	14,63 V
Plate bias	-35,04 V
Otáčky peristal. pumpy	0,3 RPM

3.3.1.1 Příprava kalibračních roztoků

Kalibrace byla provedena metodou standardního přídavku do stejné matrice, která byla zkoumána (2× ředěné víno). Kalibrační roztoky byly připraveny příslušným naředěním zásobních roztoků. Do odměrných baněk o objemu 10 ml bylo napipetováno dané množství zásobního roztoku, 5 ml vína a odměrné baňky byly doplněny ředící vodou po rysku. Jako blank bylo použito 2× ředěné víno. Zvolený koncentrační rozsah jednotlivých prvků je shrnut v tabulce 7.

Tabulka 7: Koncentrační rozsah standardů pro kalibraci ICP-MS

Prvky	Koncentrační rozsah [µg/l]
⁴⁵ Sc, ⁸⁹ Y, ¹⁴⁷ Sm, ¹⁵³ Eu, ¹⁵⁷ Gd, ¹⁵⁹ Tb, ¹⁶³ Dy, ¹⁶⁵ Ho, ¹⁶⁶ Er, ¹⁶⁹ Tm, ¹⁷² Yb, ¹⁷⁵ Lu	0,2–1–2
¹⁴⁰ Ce, ¹³⁹ La, ¹⁴⁶ Nd, ¹⁴¹ Pr	1–5–10
⁷ Li, ⁹ Be, ¹¹ B, ²⁷ Al, ⁴⁷ Ti, ⁵¹ V, ⁵² Cr, ⁵⁵ Mn, ⁵⁶ Fe, ⁵⁹ Co, ⁶⁰ Ni, ⁶³ Cu, ⁶⁶ Zn, ⁸⁸ Sr, ⁹⁵ Mo, ¹⁰⁵ Pd, ¹¹¹ Cd, ¹³⁷ Ba, ²⁰⁵ Tl,	100–1000–5 000–10 000

3.3.1.2 Příprava vzorků

Vzorky vín byly před analýzou 2× zředěny. Do plastových zkumavek o objemu 10 ml byly napipetovány 4 ml přefiltrovaného vína a 4 ml ředící vody obohacené niobem o koncentraci 100 µl/l.

3.3.2 Stanovení prvkového složení pomocí ICP-OES

Pomocí optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem byly stanoveny koncentrace makroprvků ve vínech. Měření bylo provedeno na přístroji Horiba Ultima 2 a ve vzorcích vín bylo stanoveno 5 vybraných prvků (Ca, K, Mg, Na a P). Vlnové délky pro jednotlivé prvky jsou uvedeny v tabulce 8 a podmínky analýzy jsou shrnuty v tabulce 9.

Tabulka 8: Vlnové délky stanovovaných prvků

Prvek	Vlnová délka [nm]
Ca	422,673
K	766,490
Mg	285,213
Na	588,995
P	214,914

Tabulka 9: Parametry nastavení ICP-OES pro prvkovou analýzu vína

Název a typ přístroje	Ultima 2 Horiba Scientific
Výkon plazmového hořáku	1200 W
Otáčky pumpy	15 ot/min
Plazmový plyn (Argon)	13,5 l/min
Stínící plyn	0,6 l/min
Tlak na zmlžovači	3 bar

3.3.2.1 Příprava kalibračních roztoků

Kalibrační roztoky byly připravovány metodou standardního přídavku do vína připraveného stejným postupem jako vzorky (10× zředěné víno). Do odměrné baňky o objemu 25 ml (STD 1) bylo napipetováno 250 µl kalibračního roztoku Ca, K, Mg, Na a 125 µl kalibračního roztoku P. Dále bylo přidáno 2,5 ml vína (vzorek č.1) a odměrná baňka byla po rysku doplněna ředící vodou. V případě STD 2 bylo napipetováno 500 µl kalibračního roztoku Ca, K, Mg, Na a 250 µl kalibračního roztoku. Do odměrné baňky bylo přidáno 2,5 ml vína a baňka byla doplněna do 25 ml ředící vodou. Jako blank bylo použito 10× ředěné víno (vzorek č. 1), kdy byl do plastové zkumavky napipetován 1 ml vína č. 1 a 9 ml ředící vody. Připravené kalibrační roztoky byly odlity do plastových zkumavek, vloženy do přístroje a analyzovány. Zvolené koncentrační rozsahy jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Koncentrační rozsah pro kalibraci ICP-OES

stanovované prvky	Koncentrační rozsah [mg/l]
Ca, K, Mg, Na, P	0–50–100

3.3.2.2 Příprava vzorků

Vzorky vín pro ICP-OES byly 10× zředěny, do plastových zkumavek (10 ml) byl vždy napipetován 1ml přefiltrovaného vína a 9 ml ředící vody. Tento postup byl použit u všech 24 vzorků vín, zkumavky byly vloženy do autosampleru a analyzovány.

3.3.3 Stanovení aromatických látek pomocí HS-SPME-GC-MS

Pro stanovení aromatických látek ve vzorcích červených vín byla použita tandemová technika plynové chromatografie s hmotnostní detekcí. Extrakce těkavých aromatických látek byla provedena metodou headspace mikroextrakce na tuhou fázi (HS-SPME). Naměřená data byla vyhodnocena v softwaru Xcalibur 2.2 a analyty byly identifikovány pomocí knihovny hmotnostních spekter NIST/EPA/NIH. Nejprve bylo provedeno stanovení celkového kvalitativního aromatického profilu u všech analyzovaných vzorků, kdy jako mez stanovitelnosti bylo zvoleno 0,1 % výšky píku. Z těchto aromatických profilů byly vybrány analyty obsažené ve všech vzorcích červených vín (celkem 21 aromatických látek) a u těchto látek byly zaznamenány výšky píků. Nebyla provedena kvantifikace aromatických látek pomocí kalibračních standardů a výšky píků nebyly přepočítány na koncentrace. Získaná data tak slouží pouze pro porovnání mezi jednotlivými vzorky červených vín. Aromatické látky zastoupené ve všech vzorcích červených vín včetně retenčních časů jsou uvedeny v tabulce 11 a podmínky stanovení pomocí HS-SPME-GC-MS jsou shrnuty v tabulce 12.

Tabulka 11: Seznam aromatických látek a jejich retenčních časů

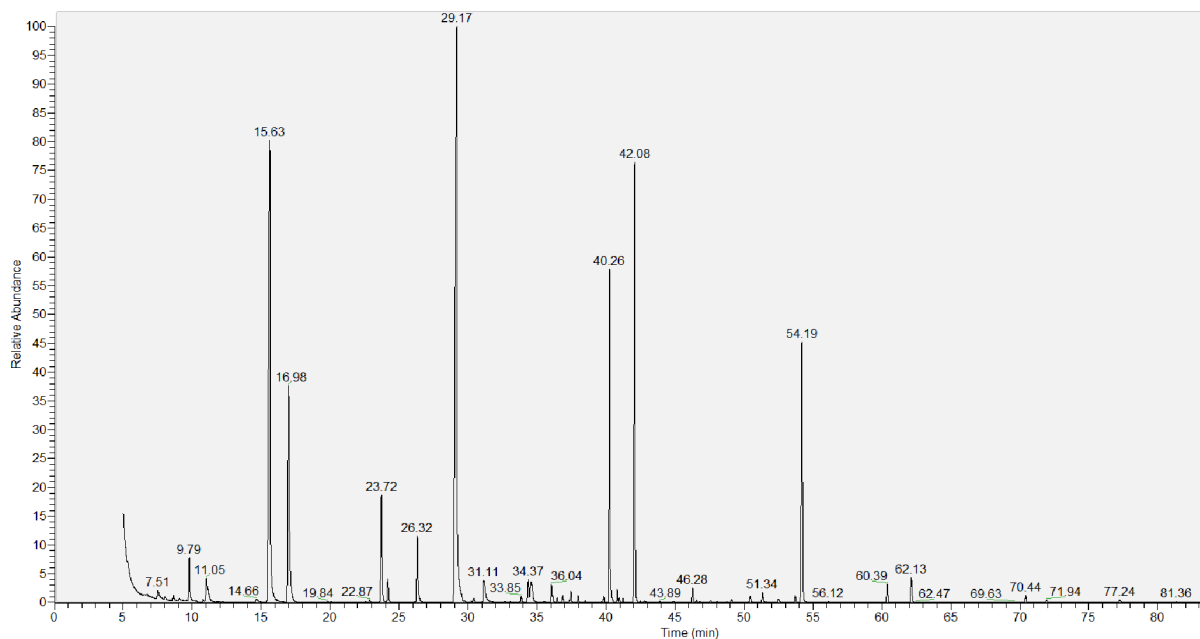
Aromatická látka	CAS [-]	retenční čas [min]
Ethyl butyrate	105-54-4	7,50
Isobutanol	78-83-1	9,79
Isoamyl acetate	123-92-2	11,05
Isoamyl alcohol	123-51-3	15,63
Ethyl hexanoate	123-66-0	16,98
Ethyl lactate	97-64-3	23,72
Hexanol	111-27-3	24,19
Ethyl octanoate	106-32-1	29,17
2,3-Butanediol	513-85-9	36,04
Ethyl 2-hydroxy-4-methylvalerate	10348-47-7	36,14
Octanol	111-87-5	36,87
Isoamyl lactate	19329-89-6	37,45
γ -butyrolactone	96-48-0	39,83
Ethyl decanoate	110-38-3	40,26
Diethyl succinate	123-25-1	42,08
Decanol	112-30-1	46,28
Ethyl dodecanoate	106-33-2	50,45
Hexanoic acid	142-62-1	51,34
Ethyl isopentyl succinate	28024-16-0	53,70
Phenylethyl alcohol	60-12-8	54,19
Octanoic acid	124-07-2	62,13

Tabulka 12: Podmínky stanovení aromatických látek metodou HS-SPME-GC-MS

Název a typ přístroje	GC Trace TM 1310 se split/splitless injektorem
SPME vlákno	DVB/CAR/PDMS 50/30
kapilární kolona	TG-WAXMS (30 m × 0,25 mm × 0,5 μm)
doba inkubace	5 min
teplota inkubace	40 °C
doba extrakce	30 min
doba desorpce	7 min
teplota inletu	250 °C
průtok nosného plynu	1 ml/min
teplotní program	40 °C (1 min), 2 °C/min do 100 °C (3 min), 5 °C/min do 130 °C (5 min), 2 °C/min do 220 °C (2 min)
detekce	MS ISQ TM LT Single Quadrupole
iontový zdroj	elektronová ionizace při 70 eV
teplota iontového zdroje	230 °C
skenovací rozsah	30-300 m/z

3.3.3.1 Příprava vzorků

Pro analýzu aromatických látek byly přímo z láhve odebrány 3 ml vína do skleněných 10ml vialek. Vialky byly opatřeny uzávěrem se septem a vzorky byly vloženy do plynového chromatografu k následné analýze.



Obrázek 5: Chromatogram aromatických látek ve vzorku č. 1

3.3.4 Stanovení organických kyselin pomocí IC

Pro stanovení organických kyselin ve víně byl využit iontový chromatograf Metrohm 850 Professional. Ve vínech byly stanoveny 3 organické kyseliny – kyselina jablečná, mléčná a octová. Separace probíhala při podmínkách uvedených v tabulce 13. Koncentrace kalibračních roztoků jsou shrnuty v tabulce 14.

Tabulka 13: Parametry nastavení IC pro stanovení organických kyselin ve víně

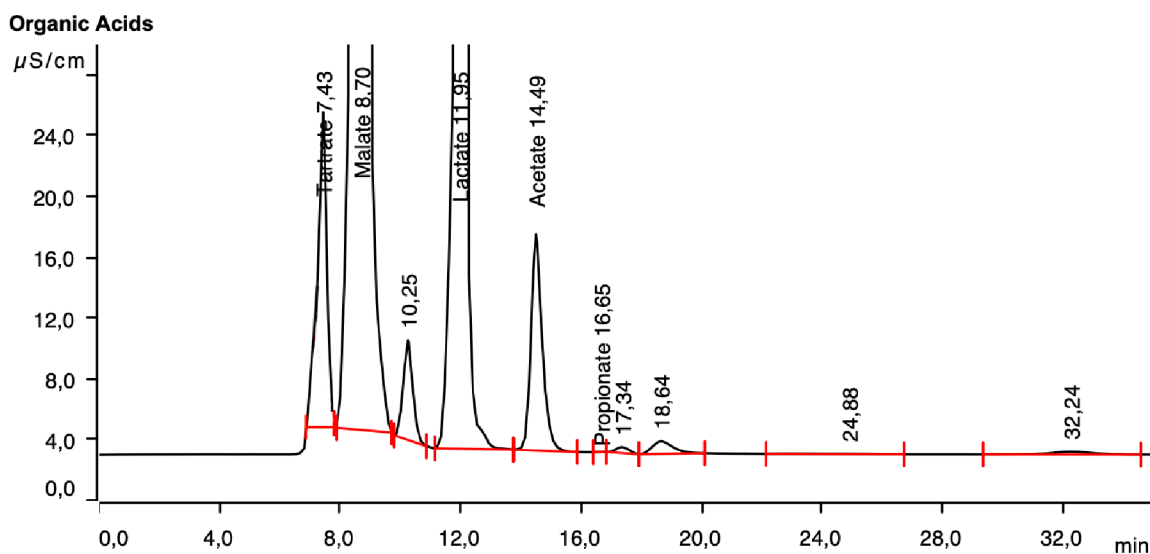
Název a typ přístroje	Metrohm 850
složení MF	0,5mmol HClO ₄ 10 mmol LiCl
objem nástřiku	20 µl
průtok MF	0,6 ml/min
teplota	30 °C
tlak	6 MPa
doba analýzy	30 min
kolona	Metrosep Organic Acid – 250/7,8
detektor	Conductivity detector

Tabulka 14: Koncentrace kalibračních roztoků pro analýzu organických kyselin

standard pro IC-MS	Koncentrace [mg/l]
kyselina jablečná	50
kyselina mléčná	50
kyselina octová	50

3.3.4.1 Příprava vzorků

Pro analýzu organických kyselin byly použity 2× ředěné vzorky. Do plastových zkumavek (10 ml) byly napipetovány 3 ml přefiltrovaného vína a následně 3 ml ředící vody. Vzorky byly vloženy do automatického dávkovače a byly analyzovány.



Obrázek 6: Chromatogram organických kyselin ve vzorku č. 9

3.3.5 Stanovení fenolických látek pomocí HPLC-MS

Vysokoučinná kapalinová chromatografie byla použita při stanovení obsahu fenolických látek ve vínech. Celkem bylo analyzováno 16 fenolických látek. Nastavení přístroje a podmínky analýzy jsou uvedeny v tabulce 15 a zvolený gradient mobilní fáze je shrnut v tabulce 16.

Tabulka 15: Parametry nastavení HPLC-MS pro stanovení fenolických látek

Název a typ přístroje	HPLC Agilent 1260 Infinity
složení MF	1% kyselina mravenčí methanol
objem nástřiku	5 μ l
průtok MF	1 ml/min
teplota kolony	35 °C
doba analýzy	30 min
kolona	Kinetex 5 μ m EVO C18 100 Å 250 \times 4,6 mm
detektor	MS
ionizace	ESI
typ skenu	SIM
napětí fragmentoru	135 V
polarita	negativní

Tabulka 16: Zvolený gradient mobilní fáze

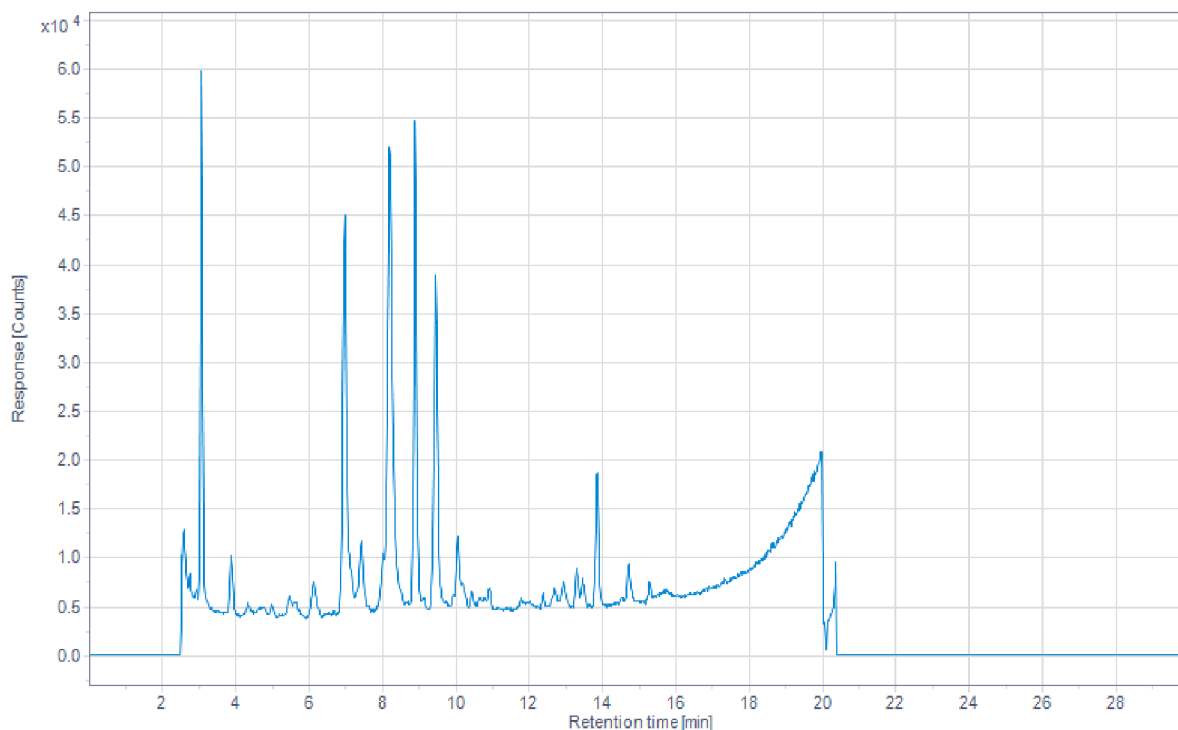
t [min]	Mobilní fáze	
	1% HCOOH [%]	methanol [%]
0,00	90	10
2,50	90	10
20,00	10	90
20,01	50	50
25,00	50	50
25,01	90	10

3.3.5.1 Příprava kalibračních roztoků

Kalibrační křivka byla složena ze 3 kalibračních bodů. Pro přípravu zásobních kalibračních roztoků bylo naváženo příslušné množství standardu, které bylo rozpuštěno v roztoku methanolu a vody v poměru 1:1 a kvantitativně převedeno do odměrných baněk. Odměrná banka byla vložena do ultrazvuku pro lepší rozpuštění standardů a následně doplněna po rysku ředícím roztokem. U dvou látek (kvercetin a myricetin) byly standardy kvůli špatné rozpustnosti ve vodě rozpuštěny v čistém methanolu. Zásobní kalibrační roztoky byly dále rozředěny do dalších odměrných baněk na požadované koncentrace, přelity do skleněných vialek a vloženy do přístroje. Koncentrační rozsah a přehled stanovovaných látek včetně retenčních časů je shrnut v tabulce 17.

Tabulka 17: Přehled stanovaných fenolických látek a koncentrační rozsah

Fenolické látky	Retenční čas [min]	Koncentrační rozsah [mg/l]	m/z
kys.galová	3,0	0,2–2–20	168,9
galokatechin	4,0	0,1–1–10	305,0
kys. protokatechová	4,4	0,2–2–20	108,9
katechin	6,8	0,2–2–20	228,9
kys. vanilová	7,8	0,2–2–20	166,8
kys. kávová	8,1	0,2–2–20	178,9
epikatechin	8,7	0,2–2–20	228,9
kys. syringová	9,4	0,2–2–20	197,0
kys. kumarová	9,9	0,2–2–20	118,9
oenin	10,1	0,1–1–10	491,2
galokatechin galát	10,3	0,2–2–20	441,1
resveratrol	12,6	0,2–2–20	227,0
myricetin	13,3	0,2–2–20	316,9
naringenin	14,4	0,2–2–20	279,9
kvercetin	14,6	0,2–2–20	301,0
kaempferol	15,9	0,2–2–20	285,0



Obrázek 7: Chromatogram fenolických látek ve vzorku č. 1

3.3.5.2 Příprava vzorků

Pro měření fenolických látek na HPLC byly použity 2× ředěné vzorky vín. Do skleněných vialek bylo napipetováno 500 µl přefiltrovaného vína a 500 µl ředící vody. Vialky byly opatřeny uzávěrem se septem, vloženy do kapalinového chromatografu a byla provedena analýza.

3.3.6 Stanovení celkového obsahu fenolických látek (TPC)

Celkové množství fenolických látek ve vzorcích vín bylo stanoveno pomocí Folin-Ciocalteuovy metody. Jde o spektrofotometrickou metodu, která je založena na redukci fosfowolframu a fosfomolybdenanu fenolickými sloučeninami na vzniku modrého zbarvení. Absorbance byla měřena při 765 nm a naměřené hodnoty absorbance byly přepočítány na množství kyseliny gallové (GAE – gallic acid equivalent).

3.3.6.1 Příprava kalibračních roztoků

Do 100 ml odměrných baněk byl připraven 10× zředěný roztok Folin-Ciocalteuova činidla a 7,5 % roztok Na₂CO₃. Kalibrační roztoky kyseliny gallové byly připraveny do odměrných baněk o objemu 25 ml, kdy bylo naváženo vhodné množství kyseliny gallové a baňky byly doplněny po rysku ultračistou vodou. Koncentrační rozsah byl 100, 200, 300, 400 a 500 mg/l. Následně byl do plastové zkumavky napipetován 1 ml připraveného Folin-Ciocalteuova činidla, 1 ml ultračisté vody a 100 µl roztoku kyseliny gallové. Zkumavky byly promíchány na vortexu a po 5 minutách byl do zkumavek přidán 1 ml roztoku Na₂CO₃. Zkumavky byly ponechány 30 minut v temnu a potom byla proměřena absorbance při vlnové délce 765 nm oproti reakční směsi, která obsahovala namísto roztoku kyselin gallové 100 µl ultračisté vody.

3.3.6.2 Příprava vzorků

Vzorky vín byly přefiltrovány přes stříkačkové filtry o velikosti pórů 0,45 µm a 10× zředěny ultračistou vodou. Ve zkumavkách byl smíchán 1 ml připraveného Folin-Ciocalteuova činidla, 1 ml ultračisté vody a 100 µl vzorku červeného vína. Tato směs byla promíchána na vortexu a po 5 minutách byl přidán 1 ml roztok Na₂CO₃ a zkumavky byly vloženy do tmy. Po 30 minutách byla na spektrofotometru při 765 nm proměřena absorbance jednotlivých vzorků. Naměřené množství fenolických látek bylo přepočítáno na množství kyseliny gallové ve vzorku.

3.4 Statistická analýza dat

Pro zjištění rozdílů mezi víny z VOC Modré hory a ostatními víny z vinařské oblasti Morava bylo použito hypotézové testování. Nejprve byl použit Shapiro-Wilkův test pro posouzení normality dat, kdy bylo zjištěno, že data neodpovídají normálnímu rozdělení. Proto byl v dalším kroku vybrán neparametrický Mann-Whitneyho U-test pro posouzení statisticky významných rozdílů mezi naměřenými daty. Hladina významnosti byla nastavena na 95 %. U statisticky významných parametrů byly vytvořeny boxové grafy zobrazující průměrné hodnoty a rozptyl dat. V poslední části byla provedena vícerozměrná analýza dat pomocí analýzy hlavních komponent, kdy byl vyprojektován dvourozměrný graf s hlavními komponentami F1 a F2. Statistická analýza dat byla provedena v programu Statistica a MS Excel.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato kapitola se zabývá prezentací všech dosažených výsledků. Celkem bylo analyzováno 24 vzorků červených vín odrůdy Frankovka, kdy 12 vzorků pocházelo z VOC Modré hory a 12 vín pocházelo z jiných míst vinařské oblasti Morava. Naměřená data z analýz červených vín odrůdy Frankovka jsou uvedena v tabulkách 18–24. Výsledky jsou vyjádřeny jako průměrné hodnoty a rozptyl koncentrací pro skupinu vín z VOC Modré hory a pro skupinu ostatních vín z vinařské oblasti Morava. Jednotlivé kapitoly jsou rozděleny podle skupin stanovovaných látek.

4.1 Prvkové složení červených vín odrůd Frankovka

Při analýze makroprvků v červených vínech odrůdy Frankovka byly největší průměrné koncentrace naměřeny u draslíku (viz Tabulka 18). Při srovnání skupin vín z VOC Modré hory a ostatních vín z moravské vinařské oblasti byly stanoveny nižší průměrné koncentrace draslíku ve vínech z VOC Modré hory, a to 702 mg/l. Průměrná koncentrace draslíku v ostatních vínech byla 852 mg/l, což je o 150 mg/l více. Druhým nejvíce zastoupeným makroprvkem v červených vínech byl fosfor. Vyšší průměrné koncentrace fosforu byly zjištěny u vín z VOC Modré hory (148 mg/l). U ostatních vín odrůdy Frankovka byla koncentrace fosforu 146 mg/l a průměrné koncentrace fosforu se mezi těmito skupinami lišily pouze o 2 mg/l. U vín VOC Modré hory byla zjištěna vyšší průměrná koncentrace hořčíku (118 mg/l) v porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava (105 mg/l). Dalšími makroprvky analyzovanými pomocí ICP-OES byl vápník a sodík. Tyto makroprvky byly zastoupeny v menší míře u vín z VOC Modré hory, kdy průměrná koncentrace vápníku byla 60,9 mg/l a sodíku 27,2 mg/l. U ostatních vín z vinařské oblasti Morava byla průměrná koncentrace vápníku 64,6 mg/l a sodíku 29,8 mg/l.

V práci [31] byla provedena prvková analýza 600 vzorků červených vín z 8 různých zemí (Francie, Itálie, Španělsko, USA, Chile, Jižní Afrika, Austrálie a Čína), průměrná koncentrace draslíku zde byla stanovena na $1080,31 \pm 231,15$ mg/l. Průměrná koncentrace vápníku byla v publikaci [31] stanovena na $62,41 \pm 14,76$ mg/l, koncentrace hořčíku na $108,25 \pm 22,08$ mg/l a obsah sodíku na $25,85 \pm 18,78$ mg/l. Ve studii [32] bylo analyzováno 26 vzorků červených vín ze Španělska a naměřené hodnoty makroprvků byly stanoveny na $988,09 \pm 233,56$ mg/l pro K, $80,15 \pm 21,57$ pro Mg, $129,58 \pm 46,64$ mg/l pro P a $66,81 \pm 13,76$ mg/l pro Ca. Průměrné koncentrace makroprvků stanovené v této diplomové práci odpovídají naměřeným hodnotám v uvedené zahraniční literatuře. V práci P. Kmenta a kol. [33] byla analyzována česká vína z vinařské oblasti Čechy, naměřené koncentrace byly 1126 ± 601 mg/l K, $75,4 \pm 16,8$ mg/l Mg, 108 ± 45 mg/l Ca, $14,7 \pm 12,7$ Na a $15,3 \pm 13$ mg/l P. Výsledky práce [33] se s výsledky této DP více liší v porovnání se zahraničními zdroji, v této práci bylo analyzováno celkem 31 vzorků vín a byly zde zahrnuty i bílé odrůdy, což mohlo způsobit rozdíly prvkového složení. Množství makroprvků ve víně závisí na odrůdě, půdě, počasí v daném ročníku, hnojení půdy a vyzrálosti hroznů. Obsah těchto prvků se může podstatným způsobem měnit i v závislosti na použitých enologických přípravcích. Navíc obsah draslíku a vápníku ve vínech je ovlivněn sedimentací vinných solí [34].

Tabulka 18: Koncentrace makroprvků ve vínech

prvek		ostatní vína	vína VOC Modré hory
P [mg/l]	průměr	146	148
	min	97,1	77,2
	max	208	249
Mg [mg/l]	průměr	105	118
	min	91,0	97,9
	max	127	141
Ca [mg/l]	průměr	64,6	60,9
	min	51,0	50,1
	max	122	86,7
Na [mg/l]	průměr	29,8	27,2
	min	23,3	18,3
	max	48,0	43,9
K [mg/l]	průměr	852	702
	min	629	548
	max	1534	851

Ze skupiny stopových prvků byl ve vínech nejvíce zastoupen bor, dále železo a mangan (Tabulka 19). Koncentrace boru byla ve vínech odrůdy Frankovka stanovena v rozmezí 3,76 – 9,10 mg/l. Vyšší obsah boru vykazovala vína ze skupiny vín z ostatních moravských podoblastí (6,28 mg/l) a vína z VOC Modré hory obsahovala v průměru 5,86 mg/l boru. V ostatních vínech z vinařské oblasti Morava bylo naměřeno 1,16 mg/l manganu a 2,13 mg/l železa. V červených vínech z VOC Modré hory bylo stanoveno 1,14 mg/l manganu a 1,31 mg/l železa. U těchto 3 prvků (B, Mn, Fe) byly stanoveny vyšší průměrné koncentrace u ostatních vín z vinařské oblasti Morava v porovnání s víny z VOC Modré hory.

V publikaci [31], kde byla provedena analýza 600 vzorků červených vín z 8 různých zemí, autoři uvádí průměrnou koncentraci boru $6,45 \pm 2,24$ mg/l, průměrný obsah manganu zde byl stanoven na $1,18 \pm 0,75$ mg/l a obsah železa na $1,93 \pm 1,13$ mg/l. Koncentrace stanovené v práci [31] odpovídají naměřeným hodnotám v této diplomové práci. J. Mlček a kol [35] provedli analýzu vybraných prvků v českých vínech z vinařské oblasti Morava, kdy byly analyzovány 3 různé odrůdy (Rulandské modré, Tramín červený a Chardonnay). V této studii [35] bylo v červených vínech odrůdy Rulandské modré stanoveno množství boru v rozmezí 83,23–105,46 mg/l a množství železa v rozmezí 3,54–13,35 mg/l. Tyto koncentrace jsou asi 10–20krát vyšší v porovnání s koncentracemi B a Fe změřenými v této diplomové práci. Prvková analýza vín byla provedena také v práci [36], kde byly analyzovány vybrané prvky v červených vínech z Turecka. Průměrná koncentrace manganu v této studii byla vykazovala 0,118 mg/l a koncentrace železa 1,005 mg/l. Naměřené koncentrace v této diplomové práci byly v porovnání s prací [36] několikanásobně vyšší, u manganu až 10krát a u železa 2krát (srovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava). Literatura uvádí průměrný obsah boru ve vínech od 1 do 12 mg/l, obsah železa v rozmezí 0,3–10 mg/l, a obsah manganu od 0,4 do 4 mg/l [34][37]. Výsledky získané v této diplomové práci jsou v souladu s touto literaturou.

Bor je velmi důležitý mikroelement ve výživě vinné révy. Jeho obsah je nižší ve vápenatých půdách a maximální koncentrace boru se vyskytují většinou ve vínech z vinic na vulkanických půdách. Ve víně se nejčastěji bor vyskytuje ve formě kyseliny borité [34][38]. Železo může ve vínech způsobit zákal, proto je zvýšená koncentrace tohoto prvku

ve víně nežádoucí. Zvýšené množství železa ve víně může být způsobeno kontaktem s ocelovými nástroji při zpracování a skladování vína. Nadměrné množství železa lze pak odstranit čerčením [37]. Mangan je přirozenou složkou vína a jeho množství je ovlivněno složením půdy, ale také používáním fytosanitárních přípravků na ochranu révy vinné [34]. Celkový prvkový profil vín souvisí především se složením půdy v dané lokalitě, a proto několik autorů již využilo techniky elementární analýzy k určení geografického původu vína [39][40][41]. V těchto studiích bylo zjištěno, že obsah prvků je ovlivněn nejenom půdou ve vinici, ale také hnojením, odrudou a použitými technologickými kroky při výrobě vína [41].

Tabulka 19: Prvkové složení vín stanovené pomocí ICP-MS

prvek		ostatní vína	vína VOC Modré hory
⁷ Li [µg/l]	průměr	21,8	26,1
	min	11,5	9,87
	max	39,7	112
⁹ Be [µg/l]	průměr	1,17	0,758
	min	0,20	0,235
	max	3,06	2,51
¹¹ B [mg/l]	průměr	6,28	5,86
	min	3,76	4,04
	max	8,48	9,10
⁷ Al [µg/l]	průměr	534	392
	min	171	166
	max	1220	815
⁴⁵ Sc [µg/l]	průměr	0,603	0,405
	min	0,377	0,232
	max	0,852	0,872
⁴⁷ Ti, [µg/l]	průměr	26,6	20,7
	min	17,1	12,3
	max	37,1	29,4
⁵¹ V [µg/l]	průměr	6,78	1,52
	min	0,530	0,317
	max	37,0	4,56
⁵² Cr [µg/l]	průměr	12,6	11,6
	min	5,12	3,64
	max	18,2	19,8
⁵⁵ Mn [mg/l]	průměr	1,16	1,14
	min	0,590	0,859
	max	1,62	1,84
⁵⁶ Fe [mg/l]	průměr	2,13	1,31
	min	0,902	0,422
	max	4,51	2,41
⁵⁹ Co, [µg/l]	průměr	3,33	2,67
	min	1,76	1,13
	max	5,64	4,50

Tabulka 19: Pokračování

prvek		ostatní vína	vína VOC Modré hory
⁶⁰ Ni [µg/l]	průměr	27,5	25,8
	min	18,5	12,7
	max	39,3	63,0
⁶³ Cu [µg/l]	průměr	30,8	37,7
	min	11,0	10,1
	max	72,3	95,4
⁶⁶ Zn [mg/l]	průměr	0,935	0,906
	min	0,342	0,429
	max	2,11	2,30
⁸⁸ Sr [mg/l]	průměr	0,949	1,06
	min	0,510	0,850
	max	1,24	1,37
⁸⁹ Y [µg/l]	průměr	1,13	0,549
	min	0,031	0,053
	max	3,23	3,68
⁹⁵ Mo [µg/l]	průměr	2,39	1,83
	min	1,22	0,79
	max	4,02	3,20
¹⁰⁵ Pd [mg/l]	průměr	0,972	1,08
	min	0,523	0,833
	max	1,22	1,41
¹¹¹ Cd [µg/l]	průměr	0,321	0,285
	min	0,222	0,162
	max	0,454	0,534
¹³⁷ Ba [µg/l]	průměr	169	168
	min	89,1	101
	max	209	288
¹³⁹ La [µg/l]	průměr	0,973	0,442
	min	0,034	0,035
	max	2,99	2,86
¹⁴⁰ Ce [µg/l]	průměr	1,97	0,894
	min	0,126	0,133
	max	6,09	5,13
¹⁴¹ Pr [µg/l]	průměr	0,246	0,099
	min	0,007	0,008
	max	0,764	0,589
¹⁴⁶ Nd [µg/l]	průměr	1,00	0,392
	min	0,029	0,027
	max	3,19	2,25
¹⁴⁷ Sm [µg/l]	průměr	0,217	0,085
	min	0,006	0,006
	max	0,683	0,483

Tabulka 19: Pokračování

prvek		ostatní vína	vína VOC Modré hory
¹⁵³ Eu [µg/l]	průměr	0,092	0,053
	min	0,016	0,019
	max	0,262	0,181
¹⁵⁷ Gd [µg/l]	průměr	0,231	0,096
	min	0,008	0,006
	max	0,703	0,577
¹⁵⁹ Tb [µg/l]	průměr	0,034	0,014
	min	0,001	0,001
	max	0,106	0,083
¹⁶³ Dy [µg/l]	průměr	0,197	0,088
	min	0,005	0,007
	max	0,556	0,559
¹⁶⁵ Ho [µg/l]	průměr	0,040	0,019
	min	0,001	0,002
	max	0,106	0,125
¹⁶⁶ Er [µg/l]	průměr	0,120	0,064
	min	0,006	0,009
	max	0,356	0,414
¹⁶⁹ Tm [µg/l]	průměr	0,018	0,010
	min	0,001	0,001
	max	0,059	0,069
¹⁷² Yb [µg/l]	průměr	0,122	0,075
	min	0,005	0,007
	max	0,450	0,504
¹⁷⁵ Lu [µg/l]	průměr	0,021	0,012
	min	0,001	0,001
	max	0,078	0,082
²⁰⁵ Tl [µg/l]	průměr	0,787	0,781
	min	0,548	0,497
	max	1,08	2,01

4.2 Organické kyseliny v červených vínech odrůdy Frankovka

Nejvíce zastoupenou organickou kyselinou v červených vínech odrůdy Frankovka byla kyselina mléčná. Průměrné koncentrace kyseliny mléčné ve vínech z VOC Modré hory a ve vínech z ostatních moravských podoblastí byly velmi podobné. Vína z ostatních moravských podoblastí obsahovala 2,85 g/l a vína z VOC Modré hory 2,84 g/l kyseliny mléčné. Dále byla ve vínech stanovena koncentrace kyseliny jablečné. Ve skupině ostatních vín z vinařské oblasti Morava bylo zjištěno 2,27 g/l kyseliny jablečné a ve vínech z VOC Modré hory 2,21 g/l. Třetí organickou kyselinou stanovenou pomocí IC byla kyselina octová, vyšší obsah této kyseliny byl zjištěn u vín z VOC Modré hory (1,02 g/l) v porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava (0,990 g/l).

Tabulka 20: Koncentrace organických kyselin ve vínech

látka		ostatní vína	vína VOC Modré hory
k. jablečná [g/l]	průměr	2,27	2,21
	min	1,63	1,31
	max	3,58	3,03
k. mléčná [g/l]	průměr	2,85	2,84
	min	2,01	1,58
	max	4,56	4,52
k. octová [g/l]	průměr	0,990	1,02
	min	0,595	0,577
	max	2,09	1,56

Organickými kyselinami ve víně se zabývala práce [42], kde bylo analyzováno 31 vzorků vín z vinařské oblasti Morava. Z 31 vzorků byla 2 vína odrůdy Frankovka a průměrná koncentrace kyseliny mléčné v těchto vzorcích byla 2,117 mg/l. Množství kyseliny octové ve vzorcích odrůdy Frankovka bylo v práci [42] stanoveno na 0,567 mg/l a průměrná koncentrace kyseliny jablečné byla 0,107 mg/l. Změnami ve složení organických kyselin v průběhu malolaktické fermentace v červených vínech ze znojenské podoblasti se zabývala studie J. Kučerové a kol. [43]. Průměrná koncentrace kyseliny mléčné po malolaktické fermentaci byla v této práci stanovena na 2,8 g/l a ve vzorku vína odrůdy Frankovka bylo naměřeno 2,3 g/l kyseliny mléčné. Průměrné množství kyseliny jablečné ve všech vzorcích po malolaktickém kvašení bylo 0,8 g/l a pro vzorek odrůdy Frankovka 0,4 g/l. Profilem organických kyselin v červených vínech pro určení geografického původu se zabývali autoři X. Huang a kol. [44]. Pro tuto analýzu bylo vybráno 20 vín z 6 různých zemí. Pomocí HPLC byly zjištěny koncentrace organických kyselin, kdy kyselina mléčná se ve vínech nacházela v koncentracích 0,456–2,057 g/l, kyselina jablečná v koncentracích 0,030–0,651 g/l a kyselina octová v koncentracích 0,529–3,312 g/l. Průměrné koncentrace organických kyselin naměřené v této diplomové práci byly větší nebo se blížily hodnotám uvedeným v literatuře.

Celkový obsah kyselin ve víně se pohybuje v rozmezí 5–6 g/l a tvoří ho převážně kyselina vinná, jablečná a v menším množství také kyselina mléčná, citrónová a jantarová. V hroznech a ve víně se tyto kyseliny vyskytují jako volné nebo vázané ve formě solí [45]. Na charakter a podíl organických kyselin ve víně má vliv celá řada faktorů – klimatické podmínky a mikroklíma dané viniční tratě, odrůda révy vinné, typ a způsob vinifikace a různý metabolismus kvasinek v závislosti na použitém kmenu [34]. Právě odrůda Frankovka je známá pro svůj vyšší obsah kyselin v porovnání s ostatními červenými víny [1]. Kyselina

jablečná má původ v hroznech a během zrání se její množství snižuje. Podíl této kyseliny ve vínech je velmi proměnlivý a je ovlivněn hlavně odrůdou a klimatickými podmínkami [34]. Zatímco kyselina mléčná a octová pochází z alkoholového a jablečno-mléčného kvašení [44]. Nižší koncentrace kyseliny mléčné může být způsobena neúplnou malolaktickou fermentací, což souvisí s klimatickými podmínkami a množstvím kyseliny jablečné (substrátem pro BOK) a použitou bakteriální kulturou při výrobě vína [46].

4.3 Fenolické látky v červených vínech odrůdy Frankovka

Při analýze fenolických látek byly nejvyšší koncentrace naměřeny u kyseliny syringové. Vyšší průměrné koncentrace vykazovala vína z ostatních moravských podoblastí (230 mg/l) a průměrná koncentrace u vín z VOC Modré hory byla 184 mg/l, což je o 46 mg/l méně. Druhou fenolickou látkou s nejvyšší naměřenou koncentrací ve vínech odrůdy Frankovka byla kyselina gallová. Vyšší obsah kyseliny gallové byl zjištěn u vín z ostatních moravských podoblastí (68,3 mg/l) a nižší u vín z VOC Modré hory (63,3 mg/l). Třetí nejvíce zastoupenou fenolickou látkou byl katechin. Průměrná koncentrace katechinu byla vyšší u vín z VOC Modré hory, a to 46,1 mg/l a ve vínech z ostatních moravských podoblastí byl průměr stanoven na 45,5 mg/l. Často zmiňovaným antioxidantem přítomným v červeném víně je resveratrol. V této diplomové práci byl jeho obsah stanoven na 0,630 mg/l u vín z VOC Modré hory a ve vínech z ostatních vinařských podoblastí byla koncentrace resveratrolu 2krát větší, a to 1,43 mg/l.

Analýzou polyfenolických látek v červených vínech se zabývali autoři práce [47], kde bylo analyzováno 39 červených vín ze Španělska metodou UV-VIS-NIR spektrometrie. Koncentrace kyseliny syringové byla v práci [47] stanovena v rozmezí 25,71–197,55 mg/l, obsah katechinu v rozmezí 62,43–1152,82 mg/l. Trans-resveratrol se ve vínech vyskytoval v koncentracích 0,37–11,05 mg/l. V publikaci [48] bylo analyzováno slovinské víno odrůdy Frankovka po 250 dnech zrání, množství trans-resveratrolu bylo v této práci stanoveno na $6,48 \pm 0,06$ mg/l, množství kyseliny gallové na $23,44 \pm 0,14$ mg/l a koncentrace katechinu na $51,61 \pm 0,29$ mg/l. Fenolickými látkami se zabývali i A. Ragusa a kol. [49], kteří ve své studii analyzovali celkem 72 italských vín, z nichž 27 bylo červených. Pomocí HPLC byla v červených vínech zjištěna koncentrace kyseliny gallové v rozmezí 23,7–28,0 mg/l, koncentrace kyseliny syringové v rozmezí 5,2–7,8 mg/l a koncentrace trans-resveratrolu v rozmezí 2,8–4,3 mg/l. V práci [50] byly analyzovány fenolické látky pomocí kapilární zónové elektroforézy a koncentrace kyseliny gallové byla ve vzorku vína odrůdy Cabernet Sauvignon z vinařské oblasti Morava stanovena na 22,04 mg/l a koncentrace kyseliny syringové na 3,96 mg/l.

Při srovnání s uvedenou literaturou byly v této diplomové práci naměřeny vyšší koncentrace kyseliny gallové a kyseliny syringové, kdy pro kyselinu gallovou byly koncentrace stanovené v této práci 2–3krát vyšší a pro kyselinu syringovou až 50krát vyšší než koncentrace ve zmíněné literatuře [47][48][49][50]. Naopak obsah katechinu a resveratrolu ve vínech byl v této diplomové práci nižší než v uvedené literatuře.

Tabulka 21: Koncentrace fenolických látek ve vínech

látka		ostatní vína	vína VOC Modré hory
kys. protokatechová [mg/l]	průměr	2,79	3,46
	min	1,58	2,75
	max	4,65	4,62
kys. kumarová [mg/l]	průměr	6,69	4,57
	min	2,25	0,782
	max	21,1	7,34
kys. vanilová [mg/l]	průměr	4,90	5,82
	min	2,50	4,08
	max	7,47	8,34
kys. gallová [mg/l]	průměr	68,3	63,3
	min	10,2	37,1
	max	125	97,4
kys. kávová [mg/l]	průměr	13,8	7,64
	min	3,68	1,02
	max	31,7	20,1
kys. syringová [mg/l]	průměr	230	184
	min	103	132
	max	432	234
resveratrol [mg/l]	průměr	1,43	0,630
	min	0,689	0,139
	max	2,65	1,18
naringenin [mg/l]	průměr	0,170	0,139
	min	0,118	0,067
	max	0,272	0,194
kaempferol [mg/l]	průměr	0,116	0,033
	min	0,013	0,008
	max	0,698	0,123
katechin [mg/l]	průměr	45,5	46,1
	min	22,4	31,7
	max	65,1	79,8
epikatechin [mg/l]	průměr	39,9	41,4
	min	20,6	22,1
	max	77,1	60,4
kvercetin [mg/l]	průměr	2,28	1,49
	min	0,385	0,142
	max	7,50	6,88
galokatechin [mg/l]	průměr	3,85	3,22
	min	2,29	2,02
	max	5,66	4,74

Tabulka 21: Pokračování

látka		ostatní vína	vína VOC Modré hory
myricetin [mg/l]	průměr	1,81	1,28
	min	0,707	0,118
	max	4,38	3,44
epikatechin galát [mg/l]	průměr	0,487	0,492
	min	0,128	0,140
	max	1,23	0,838
oenin [mg/l]	průměr	11,6	13,6
	min	2,06	1,90
	max	24,1	27,6

4.4 Celkový obsah fenolických látek v červených vínech odrůdy Frankovka

Při stanovení celkových fenolických látek vykazovaly vyšší koncentrace fenolických látek ostatní vína z vinařské oblasti Morava, kdy rozsah koncentrací TPC byl v rozmezí 1,53–2,41 g/l a průměr byl stanoven na 2,03 g/l. Ve vínech VOC Modré hory byla průměrná hodnota TPC 1,97 g/l a rozsah TPC 1,57–2,43 g/l.

Vrhosek a kol. [53] se zabývali analýzou fenolických látek v červeném víně v závislosti na délce a teplotě macerace. Autoři této práce provedli analýzu slovinských vín odrůdy Frankovka a naměřené koncentrace celkových fenolických látek se pohybovaly v rozmezí 1,72–2,21 g/l. Na základě této studie bylo zjištěno, že prodloužením doby macerace došlo ke zvýšení celkového množství fenolických látek ve víně a zvýšení teploty ke konci macerace na 35 °C způsobilo nárůst TPC ve vínech. V práci [54] se autoři věnovali analýze různých odrůd slovinských vín, kdy stanovili obsah TPC v červeném víně odrůdy Frankovka na $2,558 \pm 0,038$ mg/l. Stanovením celkového obsahu fenolických látek se zabývala studie [55], obsah TPC ve 21 vzorcích červených vín byl stanoven v rozmezí 0,963–2,262 g/l a ve víně odrůdy Frankovka bylo naměřené množství TPC 1,908 g/l. V literatuře [56] je uveden obsah polyfenolů v moravských vínech odrůdy Frankovka v rozmezí 1,334–1,756 g/l. Koncentrace fenolických látek v této diplomové práci odpovídají výsledkům uvedeným v literatuře [53][55]. V práci [54] byl naměřen vyšší obsah TPC ve vzorku odrůdy Frankovka, než průměrný obsah TPC stanovený v této diplomové práci a v literatuře [56] je uvedeno naopak menší rozmezí hodnot, než bylo zjištěno v této práci.

Fenolické látky jsou sekundární metabolity přítomné v hroznech a ve víně a ovlivňují celkový charakter vína. Podílí se na barvě a organoleptických vlastnostech, jsou to antioxidanty a mají důležitou roli při zrání vína [2]. V hroznech se tyto látky vyskytují hlavně ve slupce bobulí a v semenech a při maceraci lisování přechází do vína [57]. Právě kvůli maceraci jsou tyto látky více zastoupeny v červených vínech, kdy je jejich obsah až 10× vyšší v porovnání s víny bílými. Při šetrném zpracování vína je obsah fenolických látek nižší a množství těchto látek ve víně se zvyšuje s délkou macerace a silnějším lisováním hroznů [34]. Na koncentraci fenolických látek ve víně má vliv i teplota, čím vyšší je teplota fermentace a macerace, tím více fenolických látek pak víno obsahuje [52]. Koncentrace fenolických látek ve vínech závisí na mnoha dalších faktorech jako je odrůda hroznů, klimatické podmínky, kvalita půdy, vyzrálost a zdravotní stav sklizených hroznů a celková technologie výroby vína [49][51].

Tabulka 22: Obsah celkových fenolických látek (TPC) ve vínech

TPC [g/l]	ostatní vína	vína VOC Modré hory
průměr	2,03	1,97
min	1,53	1,57
max	2,41	2,43

4.5 Aromatický profil červených vín odrůdy Frankovka

V tabulce 23 je uveden přehled aromatických látek identifikovaných ve vínech odrůdy Frankovka. Nejprve bylo provedeno stanovení celkového kvalitativního aromatického profilu všech měřených vzorků metodou HS-SPME-GC-MS. Z tohoto profilu aromatických látek byly vybrány sloučeniny, které byly zastoupeny ve všech vzorcích a u těchto látek byly zaznamenány výšky píků a bylo provedeno semikvantitativní porovnání pomocí naměřených výšek píků. Intenzity píků nebyly přepočítány na koncentrace a naměřená data v tabulce 24 byly použity pro porovnání mezi jednotlivými skupinami červených vín pomocí statistické analýzy.

Tabulka 23: Četnost identifikace vybraných sloučenin u vín

retenční čas [min]	látka	ostatní vína (n=12)	vína VOC Modré hory (n=12)
7,50	Ethyl butyrate	12	12
8,05	Ethyl 2-methylbutyrate	10	6
8,62	Ethyl 3- methylbutyrate	12	9
9,79	Isobutanol	12	12
11,05	Isoamyl acetate	12	12
15,63	Isoamyl alcohol	12	12
16,98	Ethyl hexanoate	12	12
22,89	Ethyl heptanoate	4	0
23,72	Ethyl lactate	12	12
24,19	Hexanol	12	12
26,32	Methyl octanoate	7	1
29,17	Ethyl octanoate	12	12
33,85	3-Ethyl-4-methyl-1-pentanol	11	11
34,66	Benzaldehyd	7	6
36,04	2,3-Butanediol	12	12
36,14	Ethyl 2-hydroxy-4-methylvalerate	12	12
36,45	Linalool	10	9
36,87	Octanol	12	12
37,45	Isoamyl lactate	12	12
39,83	γ -butyrolactone	12	12
40,26	Ethyl decanoate	12	12
40,96	Isoamyl octanoate	9	3
41,23	Nonanol	11	11

Tabulka 23: Pokračování

retenční čas [min]	látko	ostatní vína (n=12)	vína VOC Modré hory (n=12)
42,08	Diethyl succinate	12	12
42,81	α -Terpineol	4	5
46,28	Decanol	12	12
47,59	Ethyl phenyleacetate	7	3
49,10	Phenethyl acetate	11	10
50,45	Ethyl dodecanoate	12	12
51,34	Hexanoic acid	12	12
52,50	Benzylalkohol	10	9
53,70	Ethyl isopentyl succinate	12	12
54,19	Phenylethyl alcohol	12	12
60,21	4-Ethylguaiacol	3	2
62,13	Octanoic acid	12	12
67,38	4-Ethylphenol	3	4
70,44	Ethyl hexadecanoate	6	11
71,95	n-Decanoic acid	7	9

Tabulka 24: Semikvantitativní srovnání vybraných aromatických látek (zastoupených ve všech vzorcích vín) pomocí HS-SPME-GC-MS analýzy

látko	ostatní vína (výška píku)	vína VOC Modré hory (výška píku)
Ethyl butyrate	562064	452674
Isobutanol	4180847	5154789
Isoamyl acetate	1984020	1806862
Isoamyl alcohol	38595855	40298066
Ethyl hexanoate	14024444	8678521
Ethyl lactate	6776850	7006684
Hexanol	3576331	3975246
Ethyl octanoate	35502764	18240971
2,3-Butanediol	1145393	925781
Ethyl 2-hydroxy-4-methylvalerate	583531	598078
Octanol	857431	766903
Isoamyl lactate	903556	780810
γ -butyrolactone	504378	532024
Ethyl decanoate	21181057	11664040
Diethyl succinate	31967117	31544572
Decanol	2646003	1487721
Ethyl dodecanoate	1166145	1947104
Hexanoic acid	883145	859069
Ethyl isopentyl succinate	608435	710905
Phenylethyl alcohol	24482349	26176309
Octanoic acid	2203021	1819238

Aromatický profil látek z tabulky 23 byl porovnán s literaturou [58][59][60] a byly tak ověřeny identifikované látky zjištěné v této diplomové práci. Nejvyšší intenzity signálu (nejvyšší píky) vykazovaly látky isoamyl alkohol, diethyl sukcinát a ethyl oktanoát.

V práci [61] se autoři zabývali srovnáním aromatických látek v červených vínech odrůdy Cabernet Sauvignon z 5 vinařských oblastí v Číně. Aromatické sloučeniny byly analyzovány pomocí SPME-GC-MS a kvantifikace byla provedena metodou vnitřního standardu. V této studii byla stanovena koncentrace isoamyl alkoholu v rozmezí 119,40–120,70 $\mu\text{g/l}$, koncentrace diethyl sukcinátu se pohybovala v rozmezí 1,45–19,85 $\mu\text{g/l}$ a koncentrace ethylesteru kyseliny oktánové byla zjištěna na 47,16–222,23 $\mu\text{g/l}$. Studie [62] se zabývala tvorbou a změnou aromatických látek u vín Cabernet Sauvignon během zrání v dubových sudech. Autoři [62] uvádí množství isoamyl alkoholu v rozmezí 201,1 – 210,8 $\mu\text{g/l}$, koncentraci ethyl oktanoátu v rozmezí 358,76–390,53 $\mu\text{g/l}$ a obsah diethyl sukcinátu v červených vínech od 13,13 $\mu\text{g/l}$ do 15,26 $\mu\text{g/l}$. Literatura [60] uvádí koncentraci isoamyl alkoholu v červených vínech od 83,95 $\mu\text{g/l}$ do 353,38 $\mu\text{g/l}$ a obsah ethyl oktanoátu v rozmezí 26,4–783,0 $\mu\text{g/l}$.

Aroma vína je z hlediska chemického složení velmi komplexní směs těkavých látek. Dosud bylo možné ve vínech rozlišit více než 1000 aromatických látek. Jedná se o jednoduché sloučeniny jako jsou alkoholy, kyseliny, estery, aldehydy a ketony nebo složitější terpeny, fenoly a laktony [59]. Tyto látky se ve víně vyskytují v širokém koncentračním rozsahu od jednotek ng/l po desítky g/l . Některé ovlivňují senzorický profil vína už ve stopovém množství a jiné až při vyšších koncentracích [63]. Většina těchto látek je obsažena ve slupce bobulí, jiné jsou produkovány kvasinkami a bakteriemi a speciální skupina těchto látek do vína přechází z dřevěných sudů [2]. Na aromatický profil vína mají vliv faktory prostředí (půda, klima), odrůda a zralost hroznů, podmínky kvašení (pH, teplota, druh kvasinek), technologie výroby a použité enologické přípravky a také proces zrání vína [59].

4.6 Srovnání vín z VOC Modré hory a ostatních vín z vinařské oblasti Morava s využitím statistické analýzy

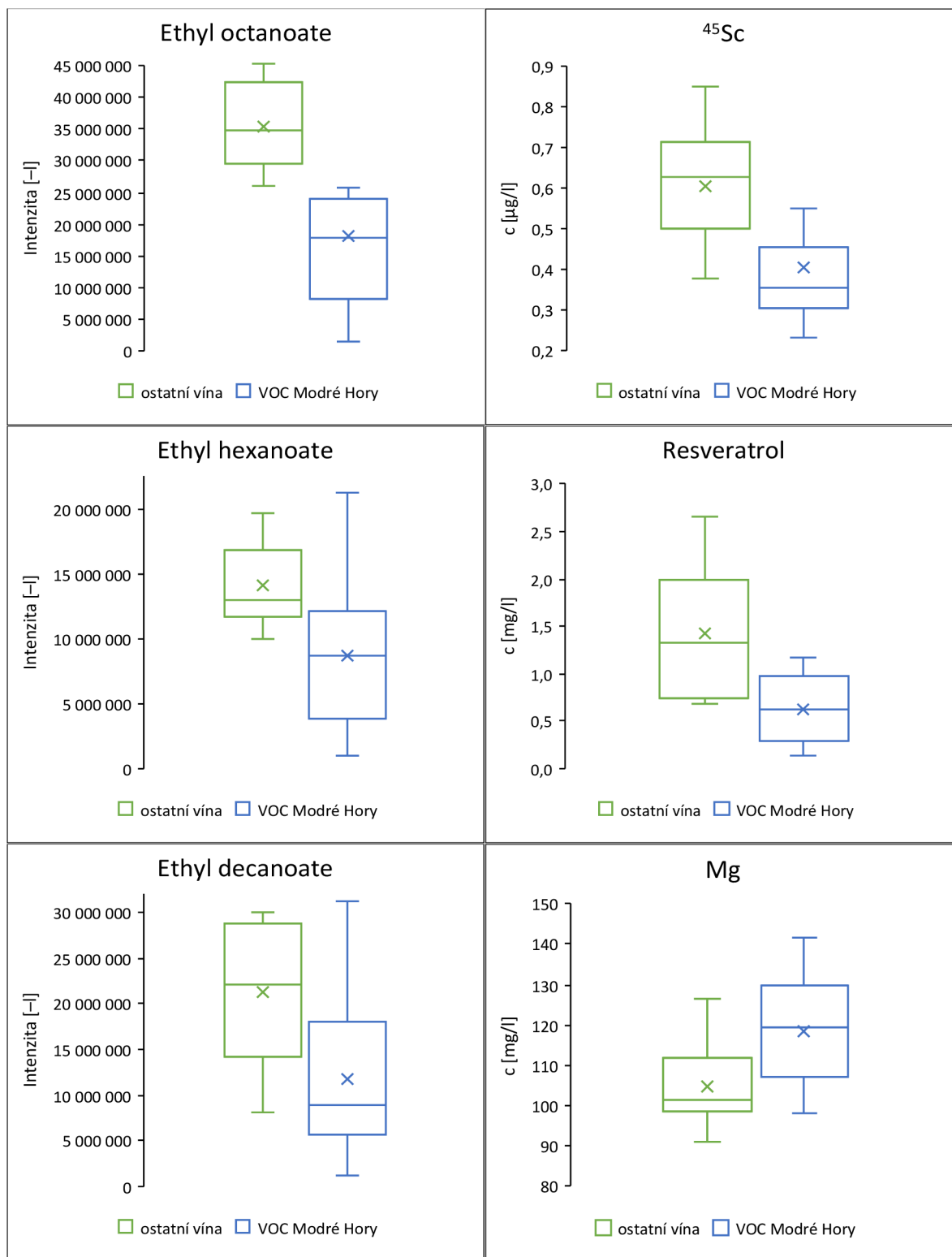
Prvním krokem analýzy dat bylo testování datasetu, zda splňuje normální distribuci, kdy byl použit Shapiro-Wilkův test normality dat. Na základě tohoto testování bylo zjištěno, že naměřená data u několika proměnných neodpovídají v rámci dané testované skupiny normální distribuci. Z tohoto důvodu byly v dalším kroku použity neparametrické testy, kdy jsou ke srovnání použity mediány místo průměrů.

4.6.1 Neparametrické testy – Mann-Whitneyho U-test

K posouzení statisticky významných rozdílů mezi naměřenými daty byl použit Mann-Whitneyho U-test. Dataset byl podroben Mann-Whitneyho U-testu s nastavením intervalu spolehlivosti 95 % ($\alpha=0,05$). Nulová hypotéza u tohoto testu (H_0) předpokládá, že mediány konkrétního parametru se statisticky významně neliší mezi srovnávanými skupinami. Alternativní hypotéza (H_1) předpokládá opak – mediány konkrétního parametru se mezi srovnávanými skupinami liší. Ho je zamítnuta, pokud je p hodnota $< 0,05$ a čím nižší je stanovená p hodnota, tím větší jsou rozdíly mezi srovnávanými skupinami. Z 81 naměřených parametrů ve 24 vzorcích červených vín bylo pomocí U-testu prokázáno, že celkem 14 parametrů vykazovalo významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami (p hodnota testovaného parametru byla $< 0,05$). Souhrn parametrů seřazených od nejmenší p hodnoty (podle statistické významnosti) je uveden v tabulce 25. Grafické znázornění rozptylu dat a průměrných hodnot pomocí boxových grafů u 14 vybraných parametrů je znázorněno na obrázcích 7–9.

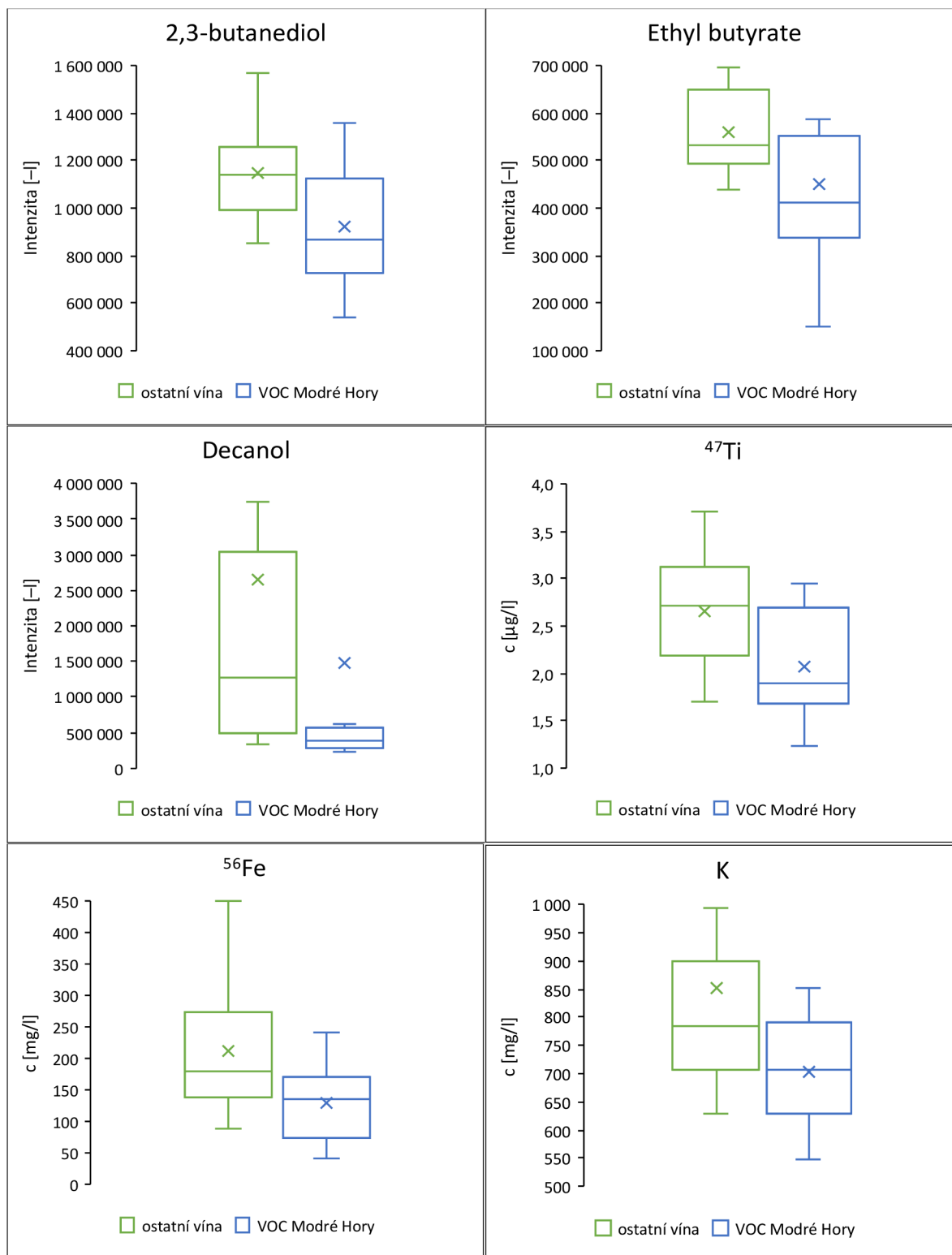
Tabulka 25: Chemické parametry vybrané pomocí Mann-Whitneyho U-testu v rámci klasifikace vín dle vybraných skupin

Parametr	p hodnota
ethyl octanoate	0,0006
Sc	0,0036
ethyl hexanoate	0,0086
resveratrol	0,0141
ethyl decanoate	0,0166
Mg	0,0226
2,3-butanediol	0,0304
ethyl butyrate	0,0351
decanol	0,0351
Ti	0,0404
Fe	0,0404
K	0,0464
V	0,0464
Y	0,0464



Obrázek 8: Boxové grafy ethyl oktanoátu, ⁴⁵Sc, ethyl hexanoátu, resveratrolu, ethyl dekanóátu a Mg

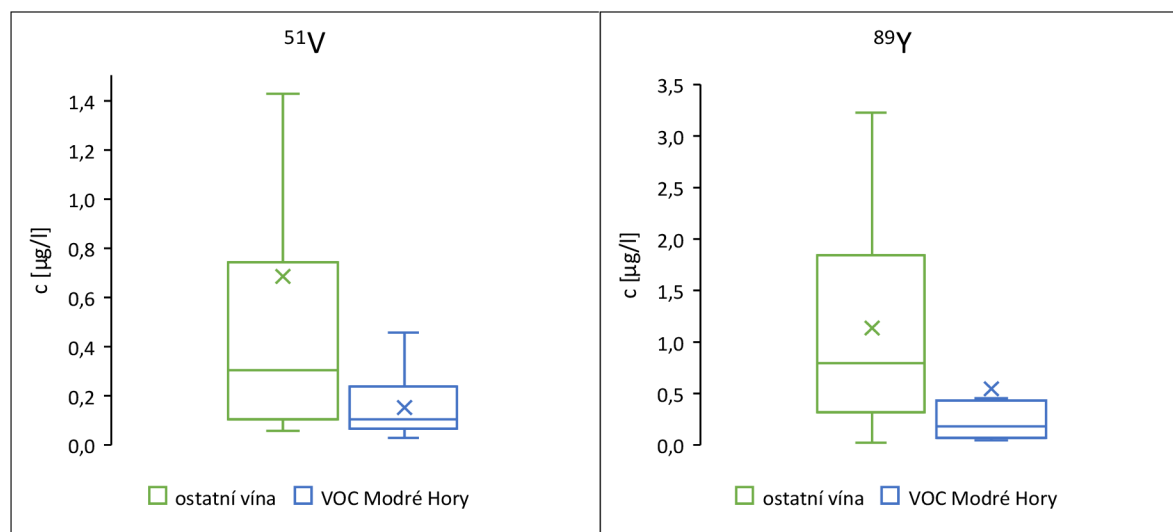
Nejvýznamnější rozdíly mezi skupinami vín vykazovaly parametry ethyl oktanoát, skandium a ethyl hexanoát, kdy p hodnota těchto proměnných byla < 0,001. Mezi statisticky významné parametry patřily také resveratrol, ethyl dekanóát, jejichž pravděpodobnostní hodnoty byly menší než 0,003. Kromě hořčičku byly pro všechny tyto parametry naměřeny vyšší průměrné koncentrace a koncentrační rozmezí u ostatních vín z vinařské oblasti Morava. U hořčičku byly zjištěny vyšší hodnoty u skupiny vín VOC Modré hory.



Obrázek 9: Boxové grafy 2,3-butanediolu, ethyl butyrátu, dekanolu, ⁴⁷Ti, ⁵⁶Fe a K

Dalšími parametry, které podle Mann-Whitneyho U-testu vykazovaly významné rozdíly mezi testovanými skupinami vín byly aromatické látky 2,3-butanediol, ethyl butyrát a dekanol, kdy se p hodnota těchto parametrů pohybovala v rozmezí 0,003 až 0,004. Kromě aromatických látek byly statisticky významné rozdíly mezi skupinami vín zaznamenány také u prvků, konkrétně u titanu, železa a draslíku. Vyšší koncentrace všech těchto parametrů vykazovala ostatní vína z vinařské oblasti Morava, což můžeme přehledně vidět na boxových grafech.

Poslední 2 parametry, které podle Mann-Whitneyho U-testu vykazovaly statisticky významné rozdíly mezi zkoumanými skupinami vín byly izotopy vanadu a yttria. I pro tyto prvky byly zjištěny vyšší průměrné koncentrace u ostatních vín z vinařské oblasti Morava v porovnání s víny z VOC Modré hory.



Obrázek 10: Boxové grafy ^{51}V a ^{89}Y

Výzkum z této oblasti již dříve potvrdil, že stanovení prvkového profilu vín je velmi efektivní pro určení geografického původu vín. S. Frías a kol. popsali hořčík jako jeden z nejdůležitějších prvků, který je vhodný pro rozlišení vín dle geografického původu [64]. Hořčík patří k nejčastěji citovaným prvkům, používaným jak parametr pro stanovení autenticity vín, a to převážně pro autentifikaci dle geografického původu [65][66][67]. Také draslík a železo jsou významnými diskriminačními parametry pro rozlišení geografického původu vín, což ve svých pracích potvrdili autoři M. P. Fabani a kol. [67], D. Vitali Čepo a kol. [68] a D. Kruzlicova a kol. [69]. V publikaci [69] bylo zjištěno, že mezi vhodné diskriminační prvky pro diferenciaci vín dle geografického původu můžeme zahrnout i izotopy ^{47}Ti a ^{51}V .

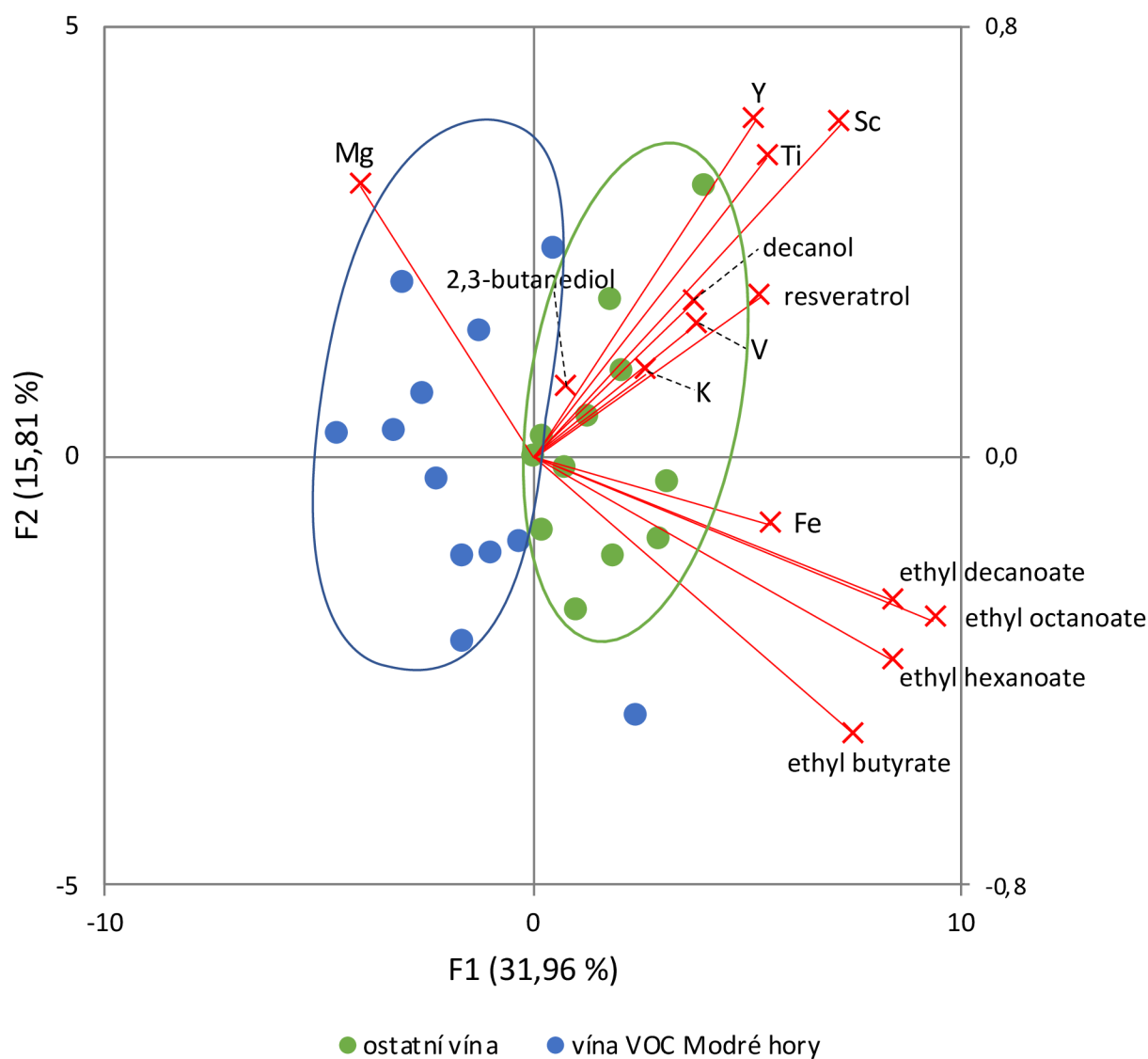
Analýza aromatických sloučenin byla již v předchozích výzkumech použita pro rozlišení vín dle jednotlivých odrůd révy vinné [70][71]. X. Qian a kol. [62] porovnávali ve své práci 2 klony odrůdy Cabernet Sauvignon, kdy provedli analýzu aromatického profilu jednotlivých vín a zjistili, že významnými diskriminačními parametry pro rozlišení těchto vín byly estery ethyl oktanoát a ethyl butyrát, což bylo potvrzeno také v práci [71]. Ve studii [72] byla provedena analýza vín ze 4 zemí, kdy byly zkoumány rozdíly mezi odrůdami Cabernet Sauvignon, Shiraz a Campbell Early. V této práci bylo zjištěno, že 2,3-butanediol je vhodný parametr pro klasifikaci vín dle odrůdového složení, což potvrdili také autoři M. Navarro a kol. [70] a R. Godelmann a kol. [73]. Analýza těkavých látek v červených a bílých vínech ze 7 různých španělských oblastí byla provedena v práci [74]. Autoři této práce zjistili, že většina vín byla pomocí PCA správně klasifikována dle druhu vína (červené a bílé) a také dle geografického původu vín na základě aromatického složení vín. Z toho vyplývá, že na aromatický profil vín má vliv jejich geografický původ, což bylo potvrzeno také v publikaci od autorů B. Jiang a kol. [75].

4.6.2 Vícerozměrná analýza dat

Data vybraná pomocí Mann-Whitneyho U-testu jako statisticky významná byla dále podrobena analýze hlavních komponent (PCA). Na základě tohoto statistického zpracování byly vzorky vín distribuovány do určených skupin (skupina ostatních vín z vinařské oblasti Morava a vína VOC Modré hory).

4.6.2.1 Analýza hlavních komponent (PCA)

U 14 vybraných parametrů, které byly vyhodnoceny jako statisticky významné pro rozdělování vín do vybraných skupin byla provedena analýza hlavních komponent. Výsledky PCA jsou prezentovány ve dvourozměrném grafu s hlavními komponentami F1 a F2, kde jsou vyprojektovány vybrané parametry i jednotlivé vzorky vín (Obrázek 11).



Obrázek 11: Výsledek analýzy hlavních komponent pro rozlišení vín VOC Modré hory

Díky grafickému zobrazení vzorků vín do roviny hlavních komponent F1 a F2 (Obrázek 11) bylo možné vidět podobnost analyzovaných vín v závislosti na jejich chemickém složení. Pomocí PCA došlo k rozdělení jednotlivých vzorků vín do 2 skupin. Vína z VOC Modré hory byla kromě 2 vzorků (vzorek č. 14 a vzorek č. 20) vyprojektována do levé části grafu s negativním skóre u komponenty F1. Komponenta F1 je negativně korelována hořčíkem, což znamená, že vína VOC Modré hory obsahovala vyšší průměrné koncentrace hořčíku. Mikroregion Modré hory spadá do velkopavlovické vinařské podoblasti a tato podoblast je známá právě vysokým obsahem hořčíku v půdách [2], což mohlo způsobit zvýšené množství tohoto prvku u vín VOC Modré hory v porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava.

Skupinu ostatních vín z vinařské oblasti Morava PCA zobrazila do pravé části grafu (do 1. a 4. kvadrantu) s pozitivním skóre u komponenty F1. Komponenta F1 je pozitivně korelována obsahem esterů (konkrétně ethyl esterem kyseliny dekanové, oktanové, hexanové a butanové), dále izotopy ^{89}Y , ^{47}Ti , ^{45}Sc , ^{51}V a ^{56}Fe , resveratrolem, alkoholy (dekanolem a 2,3-butanediolem) a draslíkem. To odpovídá tomu, že ostatní vína z vinařské oblasti Morava obsahovala vyšší množství těchto látek a prvků v porovnání s víny z VOC Modré hory. Estery přítomné ve víně mají dvojí původ, jeden je chemický, kdy vznikají esterifikačními reakcemi a druhý je biologický, kdy vznikají působením kvasinek nebo bakterií. Ethylestery mastných kyselin jsou syntetizovány při fermentaci, vznikají tedy biologickou cestou. Různorodost esterového složení je nejvíce ovlivněna druhem kvasinek, kdy podle charakteristiky kvasinek dostáváme různé zastoupení a množství esterů. Tuto variabilitu také ovlivňuje teplota a podmínky fermentace, množství volného kyslíku a vyzrálост hroznů [34][76]. Ethylestery zobrazené v grafu PCA (ethyl estery kyseliny dekanové, oktanové, hexanové a butanové) dodávají vínu ovocné aroma a jejich vůně připomíná ananasové, banánové nebo hruškové tóny [34][75]. Vinaři VOC Modré hory používají v menší míře enologické přípravky jako jsou enzymy a sušené kultury kvasinek. Právě přidané speciální druhy kvasinek mohou produkovat více zmíněných ethylesterů, které byly zastoupeny ve větším množství v ostatních vínech z vinařské oblasti Morava. Ostatní vína z vinařské oblasti Morava obsahovala také vyšší koncentrace resveratrolu. Autoři J. Lachman a kol. [77] ve své studii zjistili, že vína z relativně teplých a suchých klimatických podmínek vykazovala nižším množství resveratrolu. Oblast Modrých hor je považována za jedno z nejslunnější a nejteplejších míst v České republice, což může souviset s nižším množstvím resveratrolu u vín z VOC Modré hory v porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava [17].

Pomocí provedených chemických analýz a následným zpracováním dat pomocí analýzy hlavních komponent se podařilo odlišit vzorky vín odrůdy Frankovka z VOC Modré hory a vzorky ostatních vín z vinařské oblasti Morava. Z toho vyplývá, že chemické složení červených vín odrůdy Frankovka z VOC Modré hory se při porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava v rámci studovaných parametrů liší.

5 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo provést analýzu VOC vín odrůdy Frankovka z regionu Modré hory a vín odrůdy Frankovka z jiných moravských vinařských oblastí a porovnat naměřená data s využitím statistických technik. Celkem bylo v této práci analyzováno 24 vzorků vín odrůdy Frankovka, kdy 12 vzorků pocházelo z VOC Modré hory a 12 vín pocházelo z jiných míst vinařské oblasti Morava. Celkem bylo porovnáváno 81 parametrů, kdy největší část dat tvořilo prvkové složení vín, které bylo získáno pomocí ICP-MS a ICP-OES analýzy. Dále byly stanoveny vybrané fenolické látky metodou HPLC-MS a byla provedena analýza aromatického profilu vín pomocí techniky HS-SPME-GC-MS. Organické kyseliny byly stanoveny pomocí IC a data byla doplněna o výsledky ze stanovení celkového obsahu fenolických látek metodou MAS. Naměřená data byla zpracována pomocí vybraných statistických metod, kdy první byla data podrobena Mann-Whitneyho U-testu a byly vybrány statisticky významné parametry pro rozlišení vín VOC Modré hory. Ze všech 81 naměřených parametrů bylo vybráno 14 parametrů, které vykazovaly statisticky významný rozdíl a u těchto parametrů byla provedena analýza hlavních komponent.

Na základě provedených analýz bylo prokázáno, že chemické složení vín odrůdy Frankovka z VOC Modré hory se významně liší v porovnání s chemickým složením ostatních vín z vinařské oblasti Morava. Vína VOC Modré hory v porovnání s ostatními víny z vinařské oblasti Morava vykazovala vyšší koncentrace hořčíku a v ostatních vínech z vinařské oblasti Morava bylo zjištěno vyšší množství ethylesterů (konkrétně ethylesteru kyseliny dekanové, oktanové, hexanové a butanové), vyšší koncentrace resveratrolu a izotopů ^{89}Y , ^{47}Ti , ^{45}Sc , ^{51}V a ^{56}Fe a tato vína také vykazovala vyšší obsah dekanolu a 2,3-butanediolu.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KRAUS, Vilém. *Nová encyklopedie českého a moravského vína: 1.díl*. Praha: Praga Mystica, 2007. ISBN 978-80-86767-00-0.
- [2] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil WURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína: 2.díl*. Praha: Praga Mystica, 2008. ISBN 978-80-86767-09-3.
- [3] PAVLOUŠEK, Pavel a Pavla BUREŠOVÁ. *Vše, co byste měli vědět o víně: a nemáte se koho zeptat*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4351-6.
- [4] BUBLÍKOVÁ, Lenka. *Situační a výhledová zpráva: Réva vinná a víno* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2021 [cit. 2022-01-28]. ISBN 978-80-7434-628-6. ISSN 1211-7692. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/694201/SVZ_2021_web.pdf
- [5] *Concours Mondial de Bruxelles: Vinařské regiony České republiky* [online]. Národní vinařské centrum [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.cmb-brno2020.cz/cs/vinarstvi-v-cr/vinarske-regiony/>
- [6] *Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského: Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2021* [online]. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/656937/_32021.pdf
- [7] ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ (ÚKZÚZ). *Statistické výstupy o plochách, stáří vinic a odrůdách révy k 31. 12. 2020* [online]. 24.1.2021 [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/668859/TZ_vinice_2021_Priloha_statistiky.pdf
- [8] SEDLO, Jiří a Ivana LUDVÍKOVÁ. *Přehled odrůd révy 2014*. Brno: Svaz vinařů České republiky a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Odrůdy. ISBN 978-80-903534-7-3.
- [9] PAVLOUŠEK, Pavel. Odrůda měsíce – Frankovka. *Vinařský obzor*. 2006, 99/2006(4), 142-143. ISSN 1212-7884.
- [10] *Vína z Moravy a vína z Čech: Frankovka* [online]. [cit. 2022-01-28]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz>
- [11] HLUŠEK, Jaroslav, Mojmír BAROŇ, Patrik BURG, Tomáš LOŠÁK, Pavel PAVLOUŠEK, Ivana ŠAFRÁNKOVÁ a Pavel ZEMÁNEK. *Réva vinná*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-67-0.
- [12] Zákon č. 321/2004 Sb.: Zákon o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství). In: *Sbírka zákonů ČR*. 29. dubna 2004, číslo 321. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-321/zneni-20170701#Top>
- [13] FRANCE, Benoît. *Velký atlas francouzských vinohradů*. Olomouc: ANAG, 2011. ISBN 978-80-7263-698-3.
- [14] BUBLÍKOVÁ, Lenka. *Situační a výhledová zpráva: Réva vinná a víno* [online]. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství, 2019 [cit. 2022-02-08]. ISBN 978-80-7434-531-9. ISSN 1211-7692. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/644471/SVZ___Vino_2019.pdf

- [15] STÁVEK, Richard. Povoleno první VOC. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod vínem*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2009, 102(4), 52. ISSN 1212-7884.
- [16] *Vína z Moravy a vína z Čech: Co znamená označení VOC* [online]. [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/encyklopedie/jak-se-vyznat-v-nasich-vinech/co-znamena-oznaceni-voc-ds/co-znamena-oznaceni-voc>
- [17] *VOC MODRÉ HORY* [online]. [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <http://www.vocmodrehory.cz>
- [18] STÁVEK, Jan. *Podmínky a pravidla pro udělení označení VOC MODRÉ HORY* [online]. s. 1-5 [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <http://www.vocmodrehory.cz/ke-stazeni/#dokumenty>
- [19] STEVENSON, Tom. *Světová encyklopedie vín: unikátní průvodce víny celého světa*. Vyd. 2. V Praze: Balios, 1999. ISBN 80-242-0222-0.
- [20] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. Valtice: Národní salon vín, 2002. ISBN 80-903201-0-4.
- [21] BALÍK, Josef. Téma měsíce – číření vína. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod vínem*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2012, 105(1), 30–33. ISSN 1212-7884.
- [22] MERKYTĚ, Vakarė, Edoardo LONGO, Giulia WINDISCH a Emanuele BOSELLI. Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity. *Foods* [online]. 2020, 9(12) [cit. 2022-02-17]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: [doi:10.3390/foods9121785](https://doi.org/10.3390/foods9121785)
- [23] FORINA, Michele a Giuliana DRAVA. Chemometrics for wine: Class modelling and regression technique. *Analisis*[online]. 1997, 25(3), 38–42 [cit. 2022-03-22]. ISSN 0365-4877. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/287735360_Chemometrics_for_wine_Applications
- [24] HÉBERGER, KÁROLY. Chemoinformatics—multivariate mathematical—statistical methods for data evaluation. *Medical Applications of Mass Spectrometry* [online]. Elsevier, 2008, 2008, s. 141-169 [cit. 2022-04-27]. ISBN 9780444519801. Dostupné z: [doi:10.1016/B978-044451980-1.50009-4](https://doi.org/10.1016/B978-044451980-1.50009-4)
- [25] RANAWEERA, Ranaweera K. R., Dimitra L. CAPONE, Susan E. P. BASTIAN, Daniel COZZOLINO a David W. JEFFERY. A Review of Wine Authentication Using Spectroscopic Approaches in Combination with Chemometrics. *Molecules* [online]. 2021, 26(14) [cit. 2022-04-27]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: [doi:10.3390/molecules26144334](https://doi.org/10.3390/molecules26144334)
- [26] FERREIRA, Vicente, Purificación FERNÁNDEZ, Cristina PEÑA, Ana ESCUDERO a Juan F CACHO. Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young Spanish wines by multivariate analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*[online]. 1995, 67(3), 381-392 [cit. 2022-05-03]. ISSN 00225142. Dostupné z: [doi:10.1002/jsfa.2740670316](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740670316)
- [27] ASHURST, P.R. a M.J. DENNIS. *Food Authentication*. London: Blackie Academic & Professional, 1996. ISBN 978-1-4613-1119-5.

- [28] MCDONALD, Morag S., Mark HUGHES, Jennifer BURNS, Michael E. J. LEAN, David MATTHEWS a Alan CROZIER. Survey of the Free and Conjugated Myricetin and Quercetin Content of Red Wines of Different Geographical Origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 1998, 46(2), 368-375 [cit. 2022-05-03]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf970677e
- [29] MAYÉN, M., R. BARÓN, J. MÉRIDA a M. MEDINA. Changes in phenolic compounds during accelerated browning in white wines from cv. Pedro Ximenez and cv. Baladi grapes. *Food Chemistry* [online]. 1997, 58(1-2), 89-95 [cit. 2022-05-03]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/S0308-8146(96)00218-X
- [30] ARVANITOYANNIS, I. Application of quality control methods for assessing wine authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics). *Trends in Food Science & Technology* [online]. 10(10), 321-336 [cit. 2022-05-03]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/S0924-2244(99)00053-9
- [31] WU, Hao, Ling TIAN, Bo CHEN, Baohui JIN, Bin TIAN, Liqi XIE, Karyne M. ROGERS a Guanghui LIN. Verification of imported red wine origin into China using multi isotope and elemental analyses. *Food Chemistry* [online]. 2019, 301 [cit. 2022-04-29]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2019.125137
- [32] PÉREZ-ÁLVAREZ, E.P., R. GARCIA, P. BARRULAS, C. DIAS, M.J. CABRITA a T. GARDE-CERDÁN. Classification of wines according to several factors by ICP-MS multi-element analysis. *Food Chemistry* [online]. 2019, 270, 273-280 [cit. 2022-04-30]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.087
- [33] 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. *Food Chemistry* [online]. Elsevier, 2005, 91(1), 157–165 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.010>
- [34] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-2-5.
- [35] MLČEK, Jiří, Sabina TRÁGEOVÁ, Anna ADÁMKOVÁ, Martin ADÁMEK, Martina BEDNÁŘOVÁ, Soňa ŠKROVÁNKOVÁ a Eva SEDLÁČKOVÁ. Comparison of the content of selected mineral substances in Czech liturgical and common wines. *Potravinářstvo* [online]. 2018, 12(1), 150-156 [cit. 2020-07-15]. ISSN 1337-0960. Dostupné z: doi:10.5219/901
- [36] ISIL, Aydin, Yuksel UYAN, Guzel REMZIYE, Ziyadanogullari BERRIN a Aydin FIRAT. Determination of Trace Elements in Turkish Wines by ICP-OES and HG-ICP-OES. *Atomic Spectroscopy* [online]. 2010, 31(2), 67–71 [cit. 2022-04-30]. ISSN 01955373. Dostupné z: doi:10.46770/AS.2010.02.005
- [37] KRAUS, Vilém. Réva a víno v Čechách a na Moravě. Praha: Radix, 1999, 280 s. ISBN 80-86031-23-3.
- [38] FIC, Vlastimil. *Víno: analýza, technologie, gastronomie*. Český Těšín: 2 THETA, 2015. ISBN 978-80-86380-77-3.
- [39] TIAN, Ye, Chunhua YAN, Tianlong ZHANG, et al. Classification of wines according to their production regions with the contained trace elements using laser-

- induced breakdown spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* [online]. 2017, 135, 91-101 [cit. 2022-04-30]. ISSN 05848547. Dostupné z: doi:10.1016/j.sab.2017.07.003
- [40] RODRIGUES, Sónia M., Marta OTERO, André A. ALVES, Joana COIMBRA, Manuel A. COIMBRA, Eduarda PEREIRA a Armando C. DUARTE. Elemental analysis for categorization of wines and authentication of their certified brand of origin. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2011, 24(4-5), 548-562 [cit. 2022-04-30]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2010.12.003
- [41] GONZÁLVEZ, A., A. LLORENS, M.L. CERVERA, S. ARMENTA a M. DE LA GUARDIA. Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. *Food Chemistry*[online]. 2009, 112(1), 26-34 [cit. 2022-04-30]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.043
- [42] ZERAVIK, Jiri, Zdenka FOHLEROVA, Miodrag MILOVANOVIC, et al. Various instrumental approaches for determination of organic acids in wines. *Food Chemistry* [online]. 2016, 194, 432-440 [cit. 2022-05-01]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2015.08.013
- [43] KUČEROVÁ, Jindřiška a J. ŠIROKÝ. Study of changes organic acids in red wines during malolactic fermentation. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online]. 2014, 59(5), 145-150 [cit. 2022-05-01]. ISSN 12118516. Dostupné z: doi:10.11118/actaun201159050145
- [44] HUANG, Xian-Yong, Zi-Tao JIANG, Jin TAN a Rong LI. Geographical Origin Traceability of Red Wines Based on Chemometric Classification via Organic Acid Profiles. *Journal of Food Quality* [online]. 2017, 2017, 1-7 [cit. 2022-05-02]. ISSN 0146-9428. Dostupné z: doi:10.1155/2017/2038073
- [45] VAHL, Katja, Heike KAHLERT, Lisandro VON MÜHLEN, Anja ALBRECHT, Gabriele MEYER a Jürgen BEHNERT. Determination of the titratable acidity and the pH of wine based on potentiometric flow injection analysis. *Talanta* [online]. 2013, 111, 134-139 [cit. 2022-05-02]. ISSN 00399140. Dostupné z: doi:10.1016/j.talanta.2013.02.057
- [46] LASIK-KURDYŚ, Małgorzata, Małgorzata MAJCHER a Jacek NOWAK. Effects of Different Techniques of Malolactic Fermentation Induction on Diacetyl Metabolism and Biosynthesis of Selected Aromatic Esters in Cool-Climate Grape Wines. *Molecules*[online]. 2018, 23(10) [cit. 2022-05-02]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules23102549
- [47] MARTELO-VIDAL, M.J. a M. VÁZQUEZ. Determination of polyphenolic compounds of red wines by UV–VIS–NIR spectroscopy and chemometrics tools. *Food Chemistry*[online]. 2014, 158, 28-34 [cit. 2022-05-02]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2014.02.080
- [48] POKLAR ULRIH, Nataša, Rok OPARA, Mihaela SKRT, Tatjana KOŠMERL, Mojmir WONDRA a Veronika ABRAM. Part I. Polyphenols composition and antioxidant potential during ‘Blaufränkisch’ grape maceration and red wine maturation, and the effects of trans-resveratrol addition. *Food and Chemical*

- Toxicology [online]. 2020, 137[cit. 2022-05-02]. ISSN 02786915. Dostupné z: doi:10.1016/j.fct.2020.111122
- [49] RAGUSA, Andrea, Carla CENTONZE, Maria GRASSO, Maria LATRONICO, Pier MASTRANGELO, Federica SPARASCIO, Francesco FANIZZI a Michele MAFFIA. A Comparative Study of Phenols in Apulian Italian Wines. *Foods* [online]. 2017, 6(4) [cit. 2022-05-02]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods6040024
- [50] HAMOUDOVÁ, Rařífa, Marek URBÁNEK, Marie POSPÍřILOVÁ a Miroslav POLÁřEK. Assay of phenolic compounds in red wine by on-line combination of capillary isotachopheresis with capillary zone electrophoresis. *Journal of Chromatography A*[online]. 2004, 1032(1-2), 281-287 [cit. 2022-05-02]. ISSN 00219673. Dostupné z: doi:10.1016/j.chroma.2004.01.014
- [51] DE ANDRADE, Raphael Henrique Soares, Lígia Samara DO NASCIMENTO, Giuliano Elias PEREIRA, Fernando HALLWASS a Ana Paula Silveira PAIM. Anthocyanic composition of Brazilian red wines and use of HPLC-UV-Vis associated to chemometrics to distinguish wines from different regions. *Microchemical Journal*[online]. 2013, 110, 256-262 [cit. 2022-05-02]. ISSN 0026265X. Dostupné z: doi:10.1016/j.microc.2013.04.003
- [52] SACCHI, Karna L., Linda F. BISSON a Douglas O. ADAMS. A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2005, 56(3), 197-206 [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.ajevonline.org/content/ajev/56/3/197.full.pdf>
- [53] VRHOSEK, U., A. VANZO a J NEMANIC. Effect of red wine maceration techniques on oligomeric and polymeric proanthocyanidins in wine, cv. Blaufränkisch. *Vitis: Journal of Grapevine Research* [online]. Ljubljana, Slovenia: Agricultural Institute of Slovenia, 2002, 41(1), 47-51 [cit. 2022-05-02]. ISSN 2367-4156. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5073/vitis.2002.41.47-51>
- [54] LAPČÍKOVÁ, Barbora, Lubomír LAPČÍK a Jana HUPKOVÁ. Physico-chemical characterisation of Slovak wines. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*[online]. 2017, 11(1), 216-222 [cit. 2022-05-02]. ISSN 1337-0960. Dostupné z: doi:10.5219/727
- [55] STRATIL, P., V. KUBÁŇ a J. FOJTOVÁ. Comparison of the phenolic content and total antioxidant activity in wines as determined by spectrophotometric methods. *Czech Journal of Food Sciences* [online]. 2008, 26(4), 242-253 [cit. 2022-05-02]. ISSN 12121800. Dostupné z: doi:10.17221/1119-CJFS
- [56] BALÍK, Josef. Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech: Anthocyanin pigments in grapes and wines. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. *Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. ISBN 978-80-7375-412-.
- [57] PAVLOUřEK, Pavel. *Výroba vína u malovinářů*. 2., aktualiz. a rozř. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.
- [58] PANIGHEL, Annarita a Riccardo FLAMINI. Applications of Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography/Mass Spectrometry (SPME-GC/MS) in the Study of Grape and Wine Volatile Compounds. *Molecules* [online]. 2014, 19(12), 21291-21309 [cit. 2022-05-03]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules191221291

- [59] VAS, G., L. GAL, J. HARANGI, A. DOBO a K. VEKEY. Determination of Volatile Aroma Compounds of Blaufrankisch Wines Extracted by Solid-Phase Microextraction. *Journal of Chromatographic Science* [online]. 1998, 36(10), 505-510 [cit. 2022-05-03]. ISSN 0021-9665. Dostupné z: doi:10.1093/chromsci/36.10.505
- [60] CULLERÉ, Laura, Ricardo LÓPEZ a Vicente FERREIRA. The Instrumental Analysis of Aroma-Active Compounds for Explaining the Flavor of Red Wines. *Red Wine Technology*[online]. Elsevier, 2019, 2019, s. 283-307 [cit. 2022-05-03]. ISBN 9780128143995. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-814399-5.00020-7
- [61] NAN, Lijun, Liyuan LIU, Yashan LI, et al. Comparison of Aroma Compounds in Cabernet Sauvignon Red Wines from Five Growing Regions in Xinjiang in China. *Journal of Food Quality* [online]. 2021, 2021, 1-16 [cit. 2022-05-03]. ISSN 1745-4557. Dostupné z: doi:10.1155/2021/5562518
- [62] QIAN, Xu, Fangyuan JIA, Jian CAI, Ying SHI, Changqing DUAN a Yibin LAN. Characterization and Evolution of Volatile Compounds of Cabernet Sauvignon Wines from Two Different Clones during Oak Barrel Aging. *Foods* [online]. 2022, 11(1) [cit. 2022-05-03]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11010074
- [63] NOGUEROL-PATO, R., C. GONZÁLEZ-BARREIRO, B. CANCHO-GRANDE a J. SIMAL-GÁNDARA. Quantitative determination and characterisation of the main odourants of Mencía monovarietal red wines. *Food Chemistry* [online]. 2009, 117(3), 473-484 [cit. 2022-05-03]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2009.04.014
- [64] S., Frías, J. Pérez TRUJILLO, Peña E. a J CONDE. Classification and differentiation of bottled sweet wines of Canary Islands (Spain) by their metallic content. *European Food Research and Technology* [online]. 2001, 213(2), 145-149 [cit. 2022-05-05]. ISSN 1438-2377. Dostupné z: doi:10.1007/s002170100344
- [65] SPERKOVA, J a M SUCHANEK. Multivariate classification of wines from different Bohemian regions (Czech Republic). *Food Chemistry* [online]. 2005, 93(4), 659-663 [cit. 2022-05-05]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2004.10.044
- [66] THIEL, Gabriela, Georg GEISLER, Ines BLECHSCHMIDT a Klaus DANZER. Determination of trace elements in wines and classification according to their provenance. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* [online]. 2004, 378(6), 1630-1636 [cit. 2022-05-05]. ISSN 1618-2642. Dostupné z: doi:10.1007/s00216-003-2444-6
- [67] FABANI, María P., Ruth C. ARRÚA, Fabio VÁZQUEZ, María P. DIAZ, María V. BARONI a Daniel A. WUNDERLIN. Evaluation of elemental profile coupled to chemometrics to assess the geographical origin of Argentinean wines. *Food Chemistry* [online]. 2010, 119(1), 372-379 [cit. 2022-05-05]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2009.05.085
- [68] VITALI ČEPO, D., M. KAROGLAN, L. BORGESSE, L.E. DEPERO, E. MARGUÍ a J. JABLAN. Application of benchtop total-reflection X-ray fluorescence spectrometry and chemometrics in classification of origin and type of Croatian wines. *Food Chemistry: X* [online]. 2022, 13 [cit. 2022-05-05]. ISSN 25901575. Dostupné z: doi:10.1016/j.fochx.2022.100209

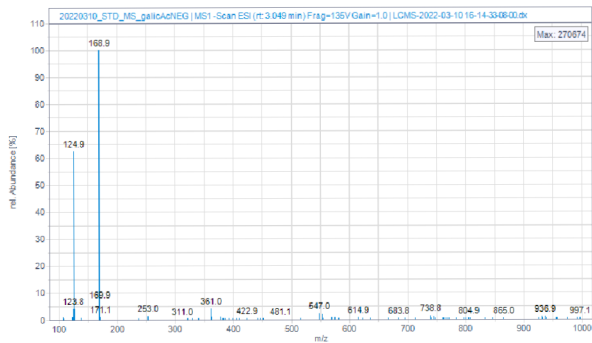
- [69] KRUZLICOVA, Dasa, Željka FIKET a Goran KNIEWALD. Classification of Croatian wine varieties using multivariate analysis of data obtained by high resolution ICP-MS analysis. *Food Research International* [online]. 2013, 54(1), 621-626 [cit. 2022-05-05]. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2013.07.053
- [70] NAVARRO, Montserrat, Iñigo AROZARENA, Remedios MARÍN a Ana CASP. Characterisation and classification of Spanish white wines by multivariate data analysis. *OENO One* [online]. 2016, 35(2), 107-115 [cit. 2022-05-05]. ISSN 2494-1271. Dostupné z: doi:10.20870/oeno-one.2001.35.2.989
- [71] GARCÍA-JARES, C M, M S GARCÍA-MARTIN, N CARRO-MARIÑO a R CELA-TORRIJOS. GC-MS identification of volatile components of Galician (Northwestern Spain) white wines. Application to differentiate Rías Baixas wines from wines produced in nearby geographical regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 1995, 69(2), 175-184 [cit. 2022-05-05]. ISSN 00225142. Dostupné z: doi:10.1002/jsfa.2740690207
- [72] SON, Hong-Seok, Ki Myong KIM, Frans VAN DEN BERG, Geum-Sook HWANG, Won-Mok PARK, Cheryl-Ho LEE a Young-Shick HONG. ¹H Nuclear Magnetic Resonance-Based Metabolomic Characterization of Wines by Grape Varieties and Production Areas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2008, 56(17), 8007-8016 [cit. 2022-05-05]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf801424u
- [73] GODELMANN, Rolf, Fang FANG, Eberhard HUMPFER, Birk SCHÜTZ, Melanie BANSBACH, Hartmut SCHÄFER a Manfred SPRAUL. Targeted and Nontargeted Wine Analysis by ¹H NMR Spectroscopy Combined with Multivariate Statistical Analysis. Differentiation of Important Parameters: Grape Variety, Geographical Origin, Year of Vintage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2013, 61(23), 5610-5619 [cit. 2022-05-05]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf400800d
- [74] AZNAR, Margarita a Teresa ARROYO. Analysis of wine volatile profile by purge-and-trap-gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* [online]. 2007, 1165(1-2), 151-157 [cit. 2022-05-05]. ISSN 00219673. Dostupné z: doi:10.1016/j.chroma.2007.07.031
- [75] JIANG, Bao a Zhan-Yu SUN. Phenolic compounds, total antioxidant capacity and volatile components of Cabernet Sauvignon red wines from five different wine-producing regions in China. *Food Science and Technology* [online]. 2019, 39(3), 735-746 [cit. 2022-05-05]. ISSN 1678-457X. Dostupné z: doi:10.1590/fst.07818
- [76] PERESTRELO, R., A. FERNANDES, F.F. ALBUQUERQUE, J.C. MARQUES a J.S. CÂMARA. Analytical characterization of the aroma of Tinta Negra Mole red wine: Identification of the main odorants compounds. *Analytica Chimica Acta* [online]. 2006, 563(1-2), 154-164 [cit. 2022-05-05]. ISSN 00032670. Dostupné z: doi:10.1016/j.aca.2005.10.023
- [77] LACHMAN, Jaromir a SULC. Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. *International Journal of Wine Research* [online]. [cit. 2022-05-05]. ISSN 1179-1403. Dostupné z: doi:10.2147/IJWR.S4600

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

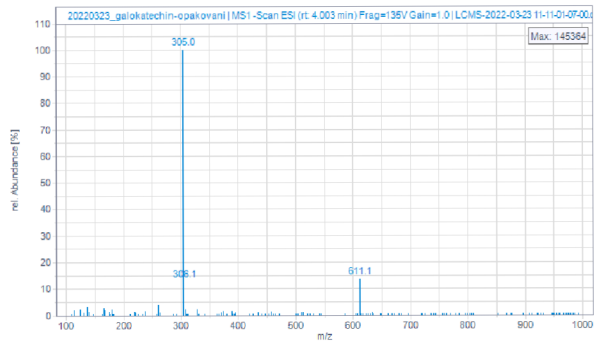
V.O.C., VOC	Víno originální certifikace
ICP-MS	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
ICP-OES	Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
HPLC-MS	Vysokotlaká kapalinová chromatografie s hmotnostním detektorem
IC	Iontová chromatografie
HS-SPME	Mikroextrakce na tuhou fázi v provedení headspace
GC-MS	Plynová chromatografie s hmotnostním detektorem
TPC	Celkový obsah fenolických látek
GAE	Ekvivalent kyseliny gallové
MAS	Molekulová absorpční spektrometrie
PCA	Analýza hlavních komponent
NM	Normalizovaný moštoměr
EU	Evropská unie
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée (apelační systém Francie)
DOC	Denominazione di Origine Controllata (apelační systém Itálie)
DAC	Districtus Austriae Controllatus (apelační systém Rakouska)
DO	Denominación de Origen (apelační systém Španělska)
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
FR	Frankovka
SV	Svatovavřínecké
MP	Modrý portugal
BOK	Biologické odbourávání kyselin
TCA	2,4,6-trichloranisol
STD	Standard
DP	Diplomová práce

8 PŘÍLOHY

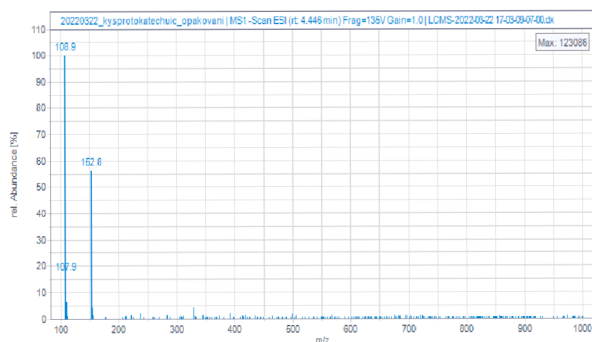
Příloha 1: MS spektrum kyseliny gallové



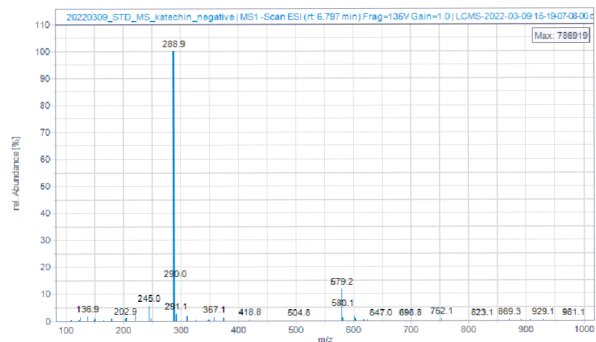
Příloha 2: MS spektrum galokatechinu



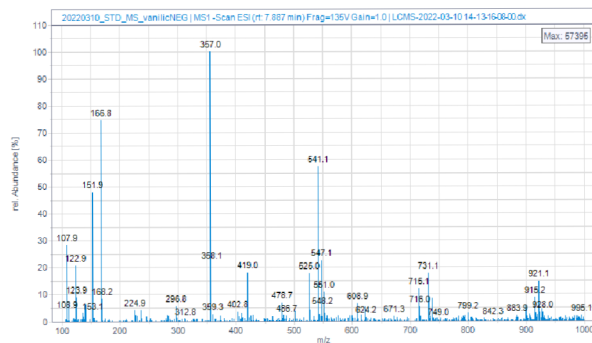
Příloha 3: MS spektrum kys. protokatechové



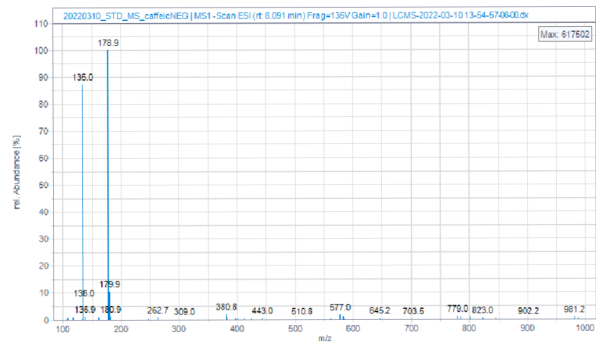
Příloha 4: MS spektrum katechinu



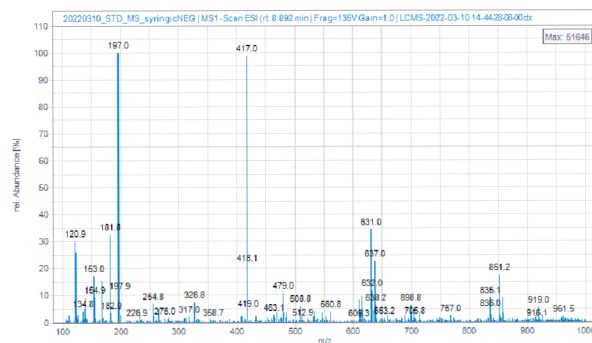
Příloha 5: MS spektrum kyseliny vanilové



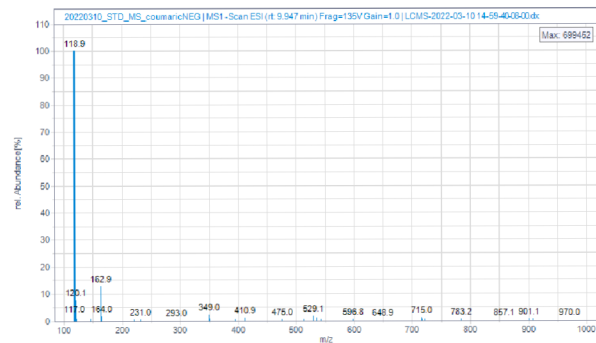
Příloha 6: MS spektrum kyseliny kávové



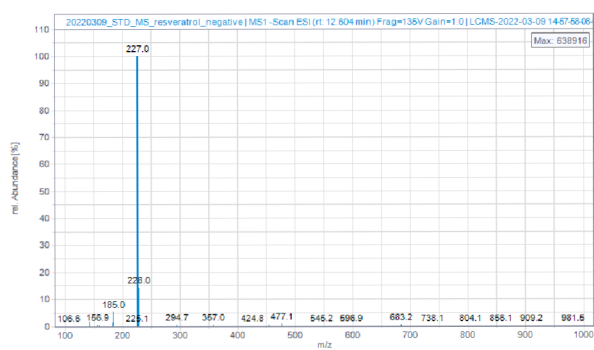
Příloha 7: MS spektrum kyseliny syringové



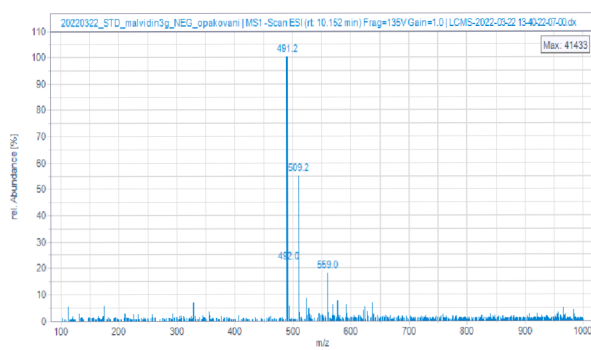
Příloha 8: MS spektrum kyseliny kumarové



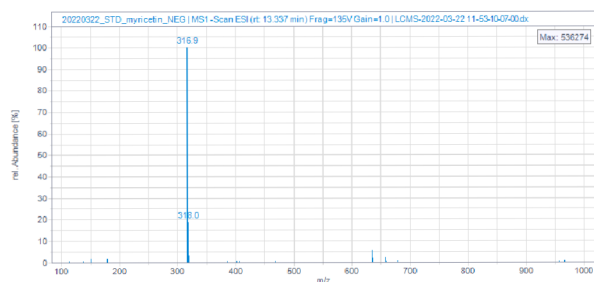
Příloha 9: MS spektrum resveratrolu



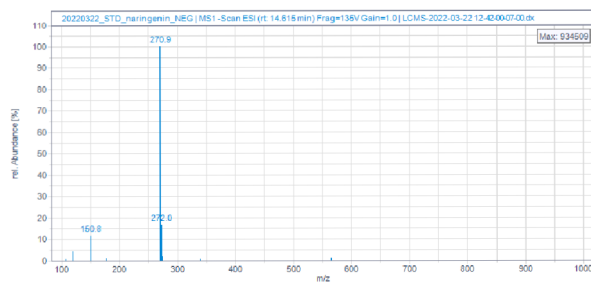
Příloha 10: MS spektrum oeninu



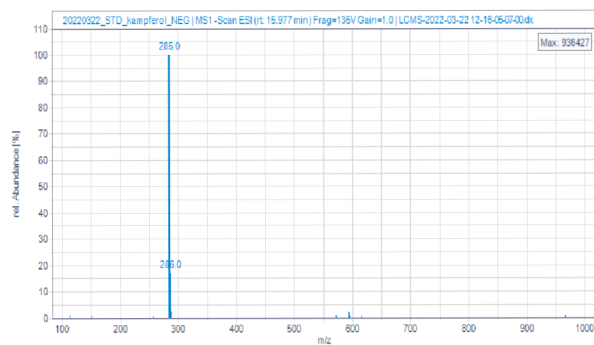
Příloha 11: MS spektrum myricetinu



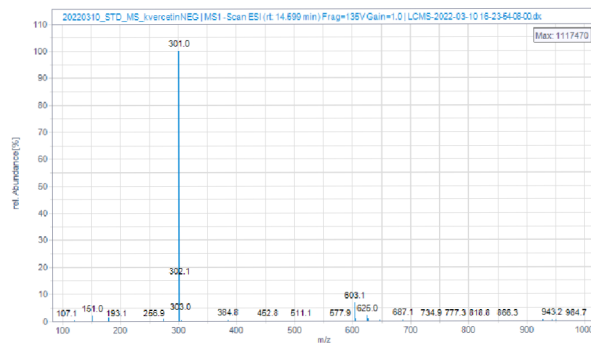
Příloha 12: MS spektrum naringenin



Příloha 13: MS spektrum kaempferolu



Příloha 14: MS spektrum kvercetin



Příloha 15: MS spektrum galokatechin galátu

