

**Mendelova univerzita v Brně  
Zahradnická fakulta v Lednici  
Ústav vinohradnictví a vinařství**

**Vliv geologických a půdních podmínek na kvalitativní  
parametry vín**  
Dizertační práce

Vedoucí práce:  
prof. Ing. Pavel Pavloušek, Ph.D.

Vypracoval:  
Ing. Jan Kupsa

Lednice 2017

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Vliv geologických a půdních podmínek na kvalitativní parametry vín vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval prof. Ing. Pavlu Pavlouškovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc, kterou mi poskytl při zpracovávání této dizertační práce, dále svému otci, Ing. Františku Kupsovi, za to, že mne zasvětil do krás pěstování révy vinné a výroby vína, Ing. Richardu Pokornému, DiS. za pomoc s popisem půd a půdními rozbory a v neposlední řadě také své ženě a dětem za podporu a trpělivost při psaní této práce.

## OBSAH

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>8</b>
<b>3. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....</b>	<b>9</b>
3.1 Terroir .....	9
3.2 Terroir a jeho složky .....	10
3.2.1 Vinohradnické terroir .....	10
3.2.2 Vinařské terroir .....	23
3.2.3 Územní terroir .....	23
3.2.4 Identita terroir.....	23
3.2.5 Propagační terroir.....	24
3.2.6 Právní terroir .....	24
3.3 Látkové složení bobulí, moštu a vína.....	25
3.3.1 Voda .....	26
3.3.2 Minerální látky .....	26
3.3.3 Organické látky ve víně.....	31
3.4 Metody pro určování původu a autenticity vín .....	34
3.4.1 Spektroskopie a spektrometrie .....	34
3.4.2 Izotopová analýza.....	34
3.4.3 Chromatografické techniky .....	39
3.4.4 FTICR–MS.....	39
3.4.5 Senzorické hodnocení .....	40
3.5 Geografický původ vína a markery pro jeho zjišťování .....	41
<b>4. METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>43</b>
4.1 Odběr vzorků půd.....	43
4.2 Agrotechnika .....	43
4.3 Sběr hroznů a výroba vína .....	43
4.4 Odběr vzorků moštu a vína .....	44
4.5 Analýza vzorků půd .....	44
4.6 Základní analýza moštu a vína.....	44
4.7 Analýza polyfenolů .....	45
4.7.1 Reagenty a standardní roztoky .....	46
4.8 Analýza minerálních látek a izotopových poměrů.....	46

4.8.1	Stanovení izotopového poměru D/H pomocí $^2\text{H}$ -NMR spektrometrie .....	47
4.8.2	Stanovení izotopového poměru $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ metodou EA – IRMS .....	48
4.8.3	Stanovení izotopového poměru $^2\text{H}/^1\text{H}$ a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ pomocí IRMS.....	48
4.8.4	Stanovení prvků metodou ICP .....	49
4.9	Senzorické hodnocení .....	49
4.10	Statistické zpracování dat.....	50
<b>5.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>51</b>
5.1	Klimatická charakteristika lokality .....	51
5.2	Geologické a pedologické vlastnosti jednotlivých stanovišť.....	51
5.2.1	Geologická a pedologická charakteristika lokality Velké Žernoseky .....	51
5.2.2	Detailní popis jednotlivých stanovišť.....	52
5.2.3	Výsledky rozborů půdních vzorků .....	55
5.3	Výsledky základní analýzy moštů a vín.....	55
5.4	Výsledky chemické analýzy izotopových poměrů.....	56
5.5	Výsledky stanovení obsahu prvků .....	59
5.6	Výsledky stanovení fenolových sloučenin pomocí HPLC .....	61
5.7	Kombinované výsledky chemických rozborů vín.....	64
5.8	Obsah prvků ve víně ve vztahu k obsahu prvků v půdě.....	67
5.9	Senzorické hodnocení .....	69
5.9.1	Hodnocení jednotlivých ročníků 100 bodovou stupnicí dle O.I.V. ....	69
5.9.2	Hodnocení stobodovou stupnicí dle Parkera a detailní senzorická analýza...	69
<b>6.</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>76</b>
<b>7.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>79</b>
<b>8.</b>	<b>SOUHRN A RESUMÉ .....</b>	<b>81</b>
<b>9.</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>82</b>
<b>10.</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>105</b>

## 1. ÚVOD

Možnosti sledovat původ hroznů a vína, tedy jeho autenticitu, získaly v poslední době na významu. Souvisí to s rozvojem laboratorních metod a také výzkumu vztahů mezi obsahy různých chemických látek ve víně a podmínek, ve kterých hrozny zrály, pro něž se používá označení „terroir“. Analytické metody používané pro kontrolu autenticity vína a jeho případného falšování přinesly užitek i pro sledování geografického původu vína. Tento lze zkoumat v různém měřítku a získávat odpovědi na otázky typu: Je toto víno z Evropy? Je z Německa nebo z České republiky? Je to víno z Čech nebo víno z Moravy? Lze říci, z jaké lokality víno pochází, jaké byly geologické a půdní podmínky dané viniční trati, daného stanoviště? Právě na tuto otázku, do jaké míry ovlivňuje lokalita, tedy geologické a půdní podmínky, vztah mezi obsahem těchto látek (v našem případě vybraných prvků, izotopových poměrů a fenolů) a také zda je tento vliv tak velký, abychom podle něj mohli rozdělovat vína podle rozdílnosti geologických a půdních podmínek, které působily na keře révy vinné při zrání, se snaží odpovědět předkládaná práce, která detailně zkoumá viniční trať Velká Vendule vinařské obce Velké Žernoseky ležící v Litoměřické podoblasti vinařské oblasti Čechy. Na vzorcích vín odrůdy Ryzlink rýnský ze čtyř rozdílných stanovišť z této viniční tratě se pak snaží o objasnění vlivu geologických a půdních podmínek na obsah specifických sloučenin ve víně a také případný vliv na sensorické parametry vyrobených vín.

Tato dizertační práce navazuje na předchozí autorův výzkum, ať již z pohledu specifikace viničních tratí ve Velkých Žernosekách nebo zkoumání možnosti určení původu vín v rámci České republiky. Dále samozřejmě čerpá z rozsáhlého výzkumu českých i zahraničních autorů na téma určování původu vín podle obsahu rozličných látek, ať již prvků, fenolových sloučenin nebo vybraných izotopových poměrů.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je ověřit hypotézu, že geologické a pedologické podmínky stanoviště ovlivňují látkové složení hroznů, a tedy i vyrobeného vína natolik, že je pomocí rozdílů v jejich obsahu u jednotlivých vín možné rozlišit hrozny, resp. vína s různým původem. K tomuto byly využity specifické vlastnosti viniční trati Velká Vendule ve vinařské obci Velké Žernoseky, kde se v rámci jedné tratě vyskytují různé geologicko-pedologické podmínky a zároveň jsou ostatní součásti (vinohradnického) terroir stejné a jejich vliv je tedy možné když ne vyloučit, tak aspoň výrazně snížit do takové míry, kdy hlavní vliv na vývoj hroznů mají právě geologické a pedologické vlastnosti daného stanoviště.

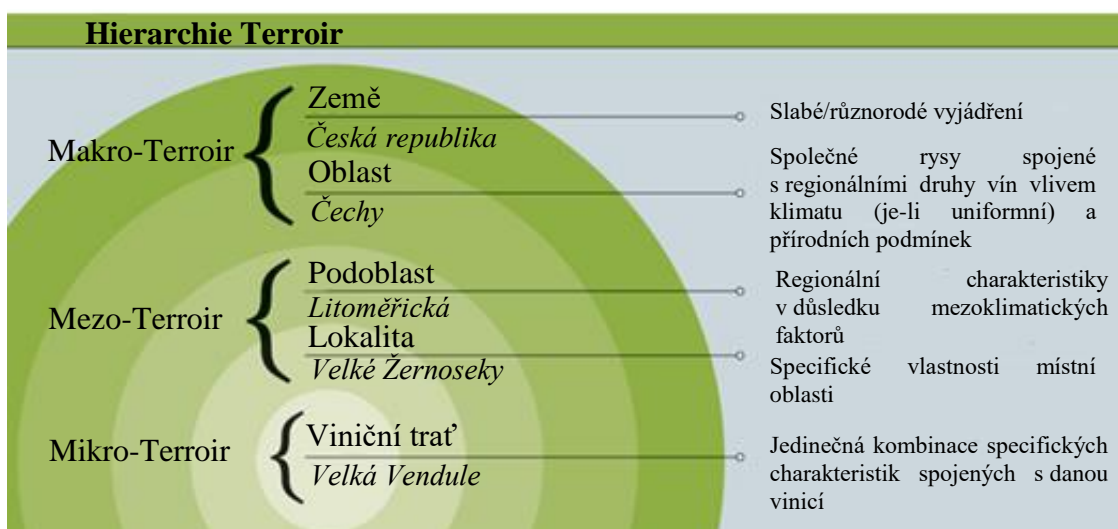
### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Terroir

Stejně jak se vyvíjelo vinohradnictví, vinařství, ale i další vědy, tak se postupně rozšiřovala šíře významu slova terroir. Pro potřeby této práce bude využito dělení, které zavedl (MORAN, 2006). Ten dělí terroir na 6 dílčích terroir, kdy nejvýznamnější je vinohradnické terroir a z něj vliv klimatu a půdních podmínek. Blíže je toto dělení popsáno v kapitole 3.2.

Je nutné zmínit, že ve své podstatě každá lokalita má své terroir, jež jí dává specifické možnosti pro pěstování révy vinné (JOHNSON a ROBINSON, 2009). Vždy na ni působí dané (mezo)klima, roste na daném druhu a typu půdy atd. V této souvislosti je třeba rozlišovat produkční terroir a velké terroir. Produkční terroir i přes snahu pěstitelů vlivem přírodních faktorů nedává možnost vyžrání hroznů do špičkové kvality a tedy neposkytuje surovinu pro výrobu nejkvalitnějších vín. Velké terroir naopak nabízí ideální podmínky pro pěstování určitých odrůd, vhodných do dané lokality (PAVLOUŠEK, 2007b).

Zajímavý pohled na problematiku terroir poskytuje BOHRICH (2006). Kromě jiného uvádí dělení terroir podle jeho velikosti, respektive možnosti jeho určení a „otisku ve víně“, a to na makro-terroir, mezo-terroir a mikro-terroir (Obrázek 3-1). Za makro-terroir považuje zemi a region. Mezo-terroir představuje (pod)oblast a místo (vinařskou obec). Mikro-terroir je již konkrétní viniční trať, konkrétní lokalita, která je charakteristická „jedinečnou kombinací specifických vlastností s touto trať spojených“. Podobnou klasifikaci uvádí i PAVLOUŠEK (2007b), který mluví o terroir oblasti nebo podoblasti, terroir mikroregionu a terroir vinice.



Obrázek 3-1 Hierarchie Terroir, Bohmrich 2006, v úpravě na Velké Žernoseky



## 3.2 Terroir a jeho složky

Terroir lze definovat jako soubor všech vlastností ovlivňujících vývoj a růst keře révy vinné, dozrávání hroznů a jejich kvalitu. Při využití definice terroir dle MORANA (2006) lze terroir rozdělit na vinohradnické terroir, vinařské terroir, územní terroir, terroir identity, propagační terroir a právní terroir. Pro potřeby této dizertační práce je detailně popsáno vinohradnické terroir, ostatní jsou jen stručně zmíněny.

### 3.2.1 Vinohradnické terroir

Vinohradnické terroir je základní a nejdůležitější složkou každého terroir, někdy je autory i s celým terroir ztotožňováno a ostatní složky jsou silně zredukovány, nebo se neuvádějí vůbec.

VAUDOUR (2002) říká, že „vinohradnické terroir se vztahuje k technologickým a agronomickým vlastnostem půdy“. Toto pojetí terroir je založeno na dlouhotrvajícím přesvědčení těsného vztahu, který spojuje kvalitu zemědělských produktů s agronomickými vlastnostmi obhospodařovaného prostředí.

Vinohradnické terroir v sobě zahrnuje klimatické a půdně-geologické podmínky dané lokality, agrotechniku, která se na daném území používá (zejména vedení a způsob řezu), pěstované odrůdy, používané podnože a další důležité faktory.

Největším problémem popisu vinohradnického terroir je zkoumání vlivů více faktorů v jediném experimentu. Prakticky veškeré studie zkoumají pouze jediný faktor, případně dva. VAN LEEUWEN *et al.* (2004) studoval vliv tří faktorů – půdy, klimatu a odrůdy. Jako nejdůležitější se ukázal vliv klimatu, dále půdy a následně odrůdy. U klimatu a půdy dále specifikoval jako nejdůležitější jejich vliv na množství využitelné vody v půdě.

Vinohradnické terroir, tedy vlastně geografický původ, předpokládá, že soubor vlastností daného místa je schopen vytvářet podmínky pro pěstování hroznů té nejvyšší kvality, kterou nelze na jiném místě stoprocentně zopakovat (RIPPON, 2014).

#### 3.2.1.1 Klimatické faktory

Klima je určováno regionálními vlivy, jako jsou oceány, převažující větry, srážky, teploty, vlhkost, sluneční svit a topografie. Klima zahrnuje 3 kategorie, a to makroklima, mezoklima a mikroklima (MOUTON, 2006). Makroklima představuje klima daného regionu, oblasti. Mezoklima je klima konkrétní viniční trati, které je ovlivněno charakterem terénu a přírodními modifikacemi makroklimatu, jako je například přítomnost řek a jiných vodních ploch, svahů chráněných od nepříznivě vanoucích větrů

nebo orientace viniční trati, resp. svahu, na kterém se trať nachází, vůči světovým stranám. Má velice důležitou roli v okrajových vinařských oblastech, kde může být jeho vliv určující pro pěstování vinné révy. Mikroklima představuje podmínky uvnitř listové stěny keře a v její těsné blízkosti. V podstatě závisí na velikosti a rozmístění listové plochy v prostoru a její interakci s klimatem nad povrchem vinohradu (SMART, 1985).

### **Teplota**

Teplota je nejvýznamnějším klimatickým faktorem ovlivňujícím vinohradnictví. Ovlivňuje řadu procesů, které probíhají během vývoje révy vinné, resp. hroznu.

Za optimální teplotu pro růst révy vinné se považuje rozmezí 25 °C až 32 °C. Nižší teplota způsobuje slabší vegetativní růst, naopak vyšší teploty redukují míru fotosyntézy vlivem zvýšené respirace. Fotosyntetická aktivita v mírném pásu je optimální při 24 °C. (GLADSTONES, 1992)

Minimální teplota potřebná pro růst révy vinné a rašení oček je mezi 7 °C a 11 °C. Tato mezní hodnota závisí na zeměpisné šířce, odrůdě révy vinné a roce (GALET, 2000). Se zvyšující se teplotou během vegetačního období se hrozny stávají náchylnějšími k slunečnímu úpalu. Náchylnější jsou hrozny, které byly při svém vývoji zastíněné. Hrozny vystavené slunci už od svého raného vývoje jsou odolnější, avšak i ty mohou poškodit teploty vyšší než 32 °C. Při lehkém úpalu neodumírá žádná část bobule, ale bobule obsahují mírně zvýšené množství taninů, které může snížit jejich kvalitu. Silnější úpal může poškodit celou bobuli a někdy může být poškozena až polovina hroznu (JACKSON, 1997).

Velice důležitá je také délka bezmrazého období. Toto období je definováno jako průměrný počet dní mezi posledním zimním (resp. jarním) mrazem a prvním mrazovým dnem na podzim. Réva vinná potřebuje bezmrazé období v minimální délce 180 dní (SLUYS, 2006).

Nízké teploty mohou způsobit poškození révy vinné, odolnost révy závisí na fázi vývoje, ve které se právě nachází. Pupen, který je schopný přežít v zimě -15 °C, přežije jen 1–2 °C v době rašení a následně v období od rašení teploty pod -1 °C poškozují pupeny, listy i bobule. Brzké zimní mrazíky mohou usmrtit listy. Hrozny, které zůstaly, musí navíc zvládnout svůj růst bez přísunu látek z listů. Vážné mrazy také vážně poškozují hrozny (JACKSON, 1997).

BONADA a SADRAS (2014) uvádějí, že vliv oteplování a s tím spojené změny teploty bobule je těžké přesně změřit, jelikož metody používané v současnosti nemusí brát v potaz všechny zákonitosti a vlivy.

## **Srážky, relativní vlhkost**

Nedostatek srážek může mít vážný vliv na produkci hroznů. JOHNSON a ROBINSON (2009) doporučují minimální úroveň srážek nebo závlahy 500 mm, v případě lokality s vysokou evapotranspirací během vegetačního období minimálně 750 mm. Nadměrné srážky jsou také problémem a nejkvalitnější vína jsou produkována v oblastech, kde srážky nepřesahují 700–800 mm za rok. Důležitější než celkový úhrn srážek je však to, kdy se nadměrné srážky vyskytují, čehož je důkazem region Galicia v severním Španělsku, kde celkový úhrn srážek přesahuje 1 500 mm. Pokud lijí krátce před vinobraním, plody nasají vodu a nabobtnají, zejména když předtím bylo sucho, což vede k tomu, že se cukr, kyseliny a chuťové látky zředí. Přílišná vlhkost během druhé poloviny vegetačního období zase podporuje šíření houbových chorob a hniloby (JOHNSON a ROBINSON, 2009).

Kromě srážek během vegetačního období jsou také důležité srážky během dormance, ať již ve formě deště či sněhu. Nedostatek srážek v tomto období způsobuje snížený, resp. nerovnovážený růst keřů, nízké množství ořezaného réví. VAN LEEUWEN a SEGUIN (2006) a MENDEN-COSTABEL *et al.* (2014) uvádějí, že mírný vodní stres, způsobený ať již suchým klimatem nebo nízkou využitelnou vodní kapacitou půdy, je základem pro výrobu červených vín té nejvyšší kvality. Toto doplňují ZSÓFI *et al.* (2009), kteří zmiňují roli vodního deficitu na tvorbu terroir efektu, tedy nižší sklizně, lepšího oslunění listů i hroznů a tím vyšší koncentraci fenolových látek a antokyaninů.

Vysoká vzdušná vlhkost podporuje vznik houbových chorob. To může být ještě zhoršeno nadměrnými srážkami, vysokými teplotami a nižším slunečním zářením. GLADSTONES (1992) uvádí relativní vlhkost vzduchu 50–65 % pro hrozny na výrobu klasických vín, respektive 40–50 % pro surovinu na fortifikovaná vína jako ideální hodnotu.

## **Vliv větrů**

Nejzřejmějším vlivem větru na vinnou révu je fyzické poškození výhonů, které je nejmávnější na jaře a které může vést k slabšímu růstu výhonu, menší listové ploše, hustotě průduchů a nižší sklizni. Vítr také snižuje transpiraci a fotosyntézu, což vede k nižšímu obsahu cukrů a tedy i k pomalejšímu zrání. Vítr může mít ale i pozitivní vliv na růst révy a tím i na kvalitu hroznů. Lehké větry zajišťují cirkulaci vzduchu v okolí hroznů, čímž zamezují tvorbě vyšší vzdušné vlhkosti, ochlazují horké vinohrady a zajišťují rovnoměrnější teplotu uvnitř listové stěny (TAYLOR, 2004; JOHNSON a ROBINSON, 2009).

## **Klimatické změny**

V souvislosti s klimatickými faktory je určitě nutné zmínit klimatické změny, ke kterým s největší pravděpodobností v poslední době dochází a které budou i v následujících letech pokračovat. Tyto změny mají vliv na všechny faktory, které byly na předcházejících stránkách probrány. Toto je samozřejmě předmětem řady výzkumů, namátkou třeba FRAGA *et al.* (2012), BONNEFOY *et al.* (2013), SADRAS (2013) nebo KOUFOS (2014).

Detailně popisují klimatické změny STURMAN a QUÉNOL (2013), kteří dávají změny v klimatických podmínkách jednotlivých vinogradů do souvislosti se širšími klimatickými změnami v cirkulaci atmosféry, a to i v komplexních terénních podmínkách Nového Zélandu.

### **3.2.1.2 Půdně-geologické faktory**

Existuje přímý vztah mezi geologií a půdou a tím pádem i mezi geologií a vínem (MOUTON, 2006). Geologie vytváří určitý soubor faktorů ovlivňujících víno, jako je „ráz krajiny, topografie nejvyšších a nejnižších míst a orientace těchto prvků vzhledem ke slunci a převládajícím větrům, dále pak zeměpisná šířka a výška; a tedy zjevné klima pramenící z tohoto rázu“ (WOOLDRIDGE, 2000).

Půda má konkrétní vliv na charakter vína a jeho kvalitu. Kvalita půdy ovlivňuje složení hroznů a jejich kvalitu pomocí chemického složení a pH, barvy půdy, teploty půdy, půdního druhu a struktury, mocnosti půdy a (dostupnou) půdní vlhkosti (CAREY, 2001). Vliv klimatu a půdy na vývoj révy a složení hroznů může být z velké části vysvětlen jejich vlivem na dostupnost vody pro růst a vývoj révy (VAN LEEUWEN *et al.*, 2004). Réva vinná je hlubokokořenicí rostlina. Pokud má vhodné podmínky, mohou její kořeny prorůst až do hloubky šesti metrů i více. Je-li půda mělká, prokořenění do hloubky bude nízké a tím bude réva náchylnější k suchu během období sucha (WILSON, 1998).

I když je réva vinná schopna se přizpůsobit celé řadě typů půd, je jimi složení hroznů a vína značně ovlivněno, což ovlivňuje chuť a vůni konečného produktu. Zásoba půdních živin, zejména K a Ca ve spolupráci s půdními mikroorganismy může ovlivnit akumulaci cukrů a taninů, půdy bohaté na P a Ca podporují akumulaci cukrů, tvorbu aromatických látek a antokyaninů v hroznech. (WANG *et al.*, 2015)

I přes blízkost pedologie k agronomii nelze transformovat půdní mapu do mapy potenciální kvality vín. Někdy i drobný rozdíl mezi dvěma půdními profily (např. jiný obsah organické hmoty či hloubka půdy) může být dostačující pro ovlivnění potenciálu

výroby vína, a to i bez změny půdního typu či jiné pedologické klasifikace. I z tohoto důvodu je nutné pro detailní zkoumání půdních vlastností využívat pedologické mapování s měřítkem alespoň 1:25000, ideálně až 1:2000. (VAN LEEUWEN *et al.*, 2010)

Půdní vlastnosti lze rozdělit na zděděné a dynamické. Zděděné vlastnosti, jako textura půdy nebo obsah jílových částic, se mění velice málo, pokud vůbec, při běžné kultivaci a agrotechnických zásazích, je tedy dobré je jednorázově zmapovat, ale průběžné monitorování není třeba. Naopak dynamické vlastnosti, jako je pH nebo obsah C v půdě, lze relativně snadno správnými zásahy do půdy měnit a je tedy vhodné je pravidelně monitorovat. (OLIVER *et al.*, 2013)

### **Textura půdy, půdní druh**

Textura půdy, v literatuře také nazývaná zrnitostní složení nebo mechanická stavba, je jedním z nejvýznamnějších půdních znaků. Je dána zastoupením jednotlivých velikostně rozdílných minerálních částic. Představuje velikost a poměry jejich minerálních složek – písku, hlinitých a jílovitých částic. Při vysokém zastoupení jílovitých částic mluvíme o těžkých půdách, pokud jsou dominantní písčité částice, jedná se o půdy lehké. Těžké půdy silně poutají vodu, ale velká část je pro rostlinu prakticky nedostupná. Provzdušnění půdy, přístupnost vody a živin jsou velmi výrazně ovlivněny právě texturou půdy a mají velký vliv na růst keřů a zejména na kvalitu sklizených hroznů. (PAVLOUŠEK, 2007a; TOMÁŠEK, 2007)

Textura půdy také ovlivňuje schopnost růstu kořenů v půdě. NAGARAJAH (1987) uvádí u odrůdy Sultana (Thompson Seedless) prokořenění v ideálních podmínkách do hloubky 220 cm u písčitých půd, 100–120 u hlinitých a 60–120 cm u jílovitých půd, dále, že u písčitých půd jsou kořeny rovnoměrně rozprostřeny v celé hloubce prokořenění, u hlinitých a jílovitých půd je většina kořenů koncentrována ve vrchních 40–60 cm půdy. TESIC *et al.* (2001) uvádějí, že půdní druh významně ovlivňuje půdní vlhkost a také teplotu půdy. Ovlivnění půdní vlhkosti potvrzují také TRAMONTINI *et al.* (2013), kteří zkoumali vliv tří různých půdních druhů na kvalitu moštu a vína.

### **Struktura půdy**

Struktura půdy je spojení půdních částic do komplexních agregátů, skládajících se z minerálního a organického podílu. Pro vinohradnictví jsou významné dobře provzdušněné půdy s vysokým podílem agregátů vzhledem k jejich dobré vododržnosti a dobrému pronikání kořenového systému do větších hloubek. (PAVLOUŠEK, 2007a)

Ačkoliv půdní struktura ovlivňuje provzdušnění, stejně jako dostupnost minerálních látek a vody, je možné tyto vlastnosti půdy ovlivnit pomocí způsobu

obdělávání vinohradu, např. pomocí orby. Z toho vyplývá, že tyto vlastnosti nejsou pro danou lokalitu konstantní a je těžké přesně určit jejich význam vzhledem ke kvalitě hroznů a vína. (JACKSON, 2008)

Kromě výše zmíněného představuje dobrá agregátová stabilita vyšší odolnost půdy k erozi. Aby byl půdní agregát označen jako stabilní, síly mezi jednotlivými částicemi musí být dostatečně silné, aby neumožnily rozpad agregátu vlivem deště či těžké mechanizace. (OLIVER *et al.*, 2013)

### **Barva půdy**

Barva je ovlivněna minerálním složením půdy, obsahem organické hmoty a půdní vlhkostí. Ovlivňuje oteplování půdy na jaře a naopak ochlazování na podzim. Tmavé půdy poutají více tepla než světlé, půdy s vyšší vlhkostí více než suché. Rychlé ochlazení může potom výrazně oteplovat vzduch v zóně hroznů v průběhu noci. Barva také ovlivňuje růst keře vlivem odrazu fotosynteticky aktivního záření (FAR) do listové plochy keře, čímž může ovlivňovat výnos hroznů, obsah cukrů, antokyaninů, polyfenolů, aromatických látek a volných aminokyselin. (PAVLOUŠEK, 2007a)

CLARKE *et al.* (2015) prokázali, že v teplejší půdě dochází na jaře k dřívějšímu a rychlejšímu využívání zásobního škrobu, většímu růstu kořenových vlásků a většímu větvení kořenů s následným vlivem na růst nadzemních částí.

Intenzita tmavohnědých, šedých až načernalých odstínů svědčí také o obsahu a do jisté míry i o složení humusu, zesvětlení ornice je ukazatelem zejména vodní eroze, jak z hlediska plošného, tak i v rámci její intenzity (TOMÁŠEK, 2007).

### **Voda a půda**

Schopnost půdy fungovat jako zásobník vody pro révu vinnou je určena využitelnou vodní kapacitou té části půdy, kde se nachází většina kořenů révy. Jedná se o rozdíl mezi polní kapacitou půdy a bodem permanentního (trvalého) vadnutí. Kořeny révy mohou dosáhnout až do 6 m, pokud nenarazí na překážky. Réva vinná nevykazuje rozdíly v růstu a zrání v závislosti na rozdílné půdní vlhkosti, dokud je vlhkost nad bodem permanentního vadnutí ve všech částech kořenové zóny. Pokud dojde k vyčerpání dostupné vlhkosti z oblasti půdy s nejvyšším prokořeněním, réva pokračuje v přijímání vody z oblastí s menším prokořeněním, ale množství takto přijímané vody nemusí být dostačující pro správný vývoj. Proto může réva vykazovat známky nedostatku vody, pokud velké části půdy dosáhnou bodu permanentního vadnutí, zatímco jiné části stále obsahují dostupnou vodu pro rostlinu. (WINKLER *et al.*, 1974)

Dostupná vlhkost je ovlivněna jednak klimatickými podmínkami – srážkami, slunečním zářením (resp. evaporací) a také texturou půdy – půdním druhem, respektive celkovou propustností dané půdy.

Réva vinná je rostlinný druh tolerantní k aridním a semiaridním podmínkám a vytvořila si řadu komplexních mechanismů, jak přežít ve výsušných půdách a v obdobích (letního) sucha. Ve spojení s adaptací na různé klimatické podmínky od mírného do tropického klimatu toto ukazuje na vysokou vnitrodruhovou variabilitu. Přesto lze říci, že efekt terroir je z velké části zprostředkován dopadem množství vody, její dostupnosti a celkově vztahem vody na kvalitu vína. (TRAMONTINI *et al.*, 2013)

Zejména v druhé polovině vegetačního období má vegetace a půdní druh vliv na dostupnost vody pro révu vinnou. (TAYLOR *et al.*, 2010)

Schopnost zadržovat vodu v půdě, tedy hodnota maximální vodní kapacity půdy (WHC) výrazně ovlivňuje růst révy vinné a má přímý vztah na množství ořezaného réví při zimním řezu (UNAMUZNAGA *et al.*, 2014). Příliš vysoká WHC ve spojení s vysokým obsahem živin vytváří podmínky pro produkci vín s nízkou jakostí ve smyslu obsahu fenolových látek, vůně a barvy (GONZÁLEZ-CENTENO *et al.*, 2013).

TOMÁS *et al.* (2012) uvádějí v souvislosti s půdní vodou důležitost efektivity jejího využití v souvislosti s klimatickými změnami a zajištěním životaschopnosti vinohradů. Dále také popisují velký rozdíl jednotlivých odrůd právě v efektivnosti využití vody, což může být v budoucnu důležité.

### **Hloubka půdy**

Hloubka půdy je dána přítomností souvislého skalního podloží, výskytem souvislé, výrazně skeletovité vrstvy nebo trvalé hladiny podzemní vody v profilu, a to na konvenční hloubku 150 cm. Tato hloubka je zónou nejvýraznějšího kořenění většiny rostlin a biologické půdní aktivity. WINKLER *et al.* (1974) dávají dostatečnou hloubku půdy do souvislosti s potřebou dostatečně velké zásoby dostupné vody, resp. půdní vlhkosti pro révu, zejména pokud není využívána závlaha. Pokud totiž není v létě dostatečné množství srážek, réva využívá zejména vodu ze zimních dešťů uloženou v půdě.

Hloubka půdy patří mezi hodnoty silně ovlivněné erozí. Eroze může dosahovat v extrémních případech i přes 50 t na hektar a rok. V důsledku to může znamenat rozdíly v hloubce půdního profilu u svahových poloh 0,3–0,5 m. Hloubka půdy také ovlivňuje maximální vodní kapacitu půdy. (UNAMUZNAGA *et al.*, 2014)

## **Půdní typ**

V literatuře je velice málo informací, zda je některý půdní typ vhodnější pro pěstování révy vinné, příp. konkrétních odrůd. WINKLER *et al.* (1974) udávají důležitost takových struktur půdy, které podporují rozsáhlý rozvoj kořenového systému. Na takových půdách je růst révy méně bujný a změny při zrání začínají dříve a postupují pomaleji.

Hlouběji se tímto problémem zabývali WANG *et al.* (2015), kteří porovnávali eolickou půdu, šedozem a těžkou, zamokřenou a uměle zavlažovanou půdou a jejich vliv na parametry odrůdy Cabernet Sauvignon. Půdy se chovaly rozdílně z hlediska vlivu na termín zralosti hroznů, cukernatost, poměr cukrů a kyselin i aroma.

## **Půdní organická hmota, půdní organismy**

Obsah půdní organické hmoty a její kvalita ovlivňují strukturu půdy, stabilitu a schopnost zadržovat vodu a s tím související vstřebávání a vsakování. Půdní eroze je hlavním důvodem snížení produkčního potenciálu půdy vlivem ztrát drahocenného organického uhlíku a rostlinných živin z půdy a následně může půdní eroze spolu s usazováním půdních částic na jiném místě silně ovlivnit kvalitu půdy a její zdraví, kdy v případě usazenin v níže položených částech může znamenat zvýšení obsahu půdní organické hmoty. Půdní organická hmota není přímo využívána rostlinami jako zdroj živin, ale její koloběh je významný spojením s N, P a S a jejím pozitivním vlivem na chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy. (OLIVER *et al.*, 2013; UNAMUZNAGA *et al.*, 2014)

OLIVER *et al.* (2013) zmiňují, že obsah půdní organické hmoty není detailněji prozkoumán a nejsou stanovena jasná kritéria nebo detailněji to, jak obsah půdní organické hmoty ovlivňuje růst keřů révy vinné.

Půdní organismy hrají důležitou roli pro půdní vlastnosti, koloběh živin i v rámci symbiotických vztahů s rostlinami. Přesto vzhledem k jejich různorodosti a aktuálnímu stavu poznání nelze v současné době využívat půdní organismy jako indikátor kvality půdy či jejich dílčích vlastností. (RICHES *et al.*, 2013)

## **Obsah živin v půdě**

Obsah a poměr jednotlivých živin v půdě je důležitý pro správný růst keřů révy vinné, vývoj bobulí a také i pro správný průběh procesů při výrobě vína. Při výrazném nedostatku či nadbytku některého z prvků dochází k poruchám růstu révy vinné, chlorózám a dalším projevům, které často znemožňují správný vývoj bobulí a tím ovlivňují kvalitu vyrobeného vína.



BRAMLEY *et al.* (2011) zjistili, že dostupnost živin pro keře révy vinné není v tak úzkém vztahu s obsahem živin v bobulích, jak předpokládali. Např. obsah K, který se v rámci zkoumaných lokalit uvnitř vinohradu výrazně lišil, byl v bobulích prakticky totožný. U Na toto bylo právě naopak, obsah v bobulích byl výrazně odlišný i přes to, že v půdě byl prakticky stejný.

### **pH půdy, pufrční kapacita**

pH půdy ovlivňuje rozpustnost, a tedy i dostupnost iontů kovů, jako je Al, Mn, Fe, Cu, Zn a Mo, má vliv na zásobu potřebných kationtů i aniontů, vliv na mikroorganismy v půdě a na jejich aktivitu. V kyselých půdách je často nedostatek Ca, Mg, K a P, naopak v příliš zásaditých půdách hrozí chlorózy z nedostatku Fe, Mn, Zn a Cu. Jako ideální pH se udává 5,5–8 (OLIVER *et al.*, 2013), i když v našich podmínkách je spíše uváděno jako optimum 6,5–7,2 (HLUŠEK *et al.*, 2002).

Pufrční kapacita půdy značí schopnost půdy mírnit změny pH způsobené vnějšími vlivy.

### **Podloží – mateční hornina**

Geologický původ mateční horniny má malý přímý vliv na kvalitu hroznů. Kvalitní vína jsou produkována z hroznů rostoucích na půdách, které vznikly ze všech tří základních typů hornin – vyvřelin, sedimentů, metamorfik. Jsou známy regiony, kde se produkují vína, jež se pěstují na půdách vzniklých z jednoho typu horniny (Champagne, Chablis), ale také neméně známé regiony produkují vína rostoucí na půdách vzniklých ze směsi matečních hornin (Rheingau, Bordeaux, Beaujolais). U některých odrůd se uvádí, že rostou lépe na půdách vzniklých z určitých hornin, jde ale hlavně o důkazy nepřímé, které nejsou experimentálně ověřeny (SEGUIN, 1986; JACKSON, 2008).

Mateční hornina spíše ovlivňuje možnosti pěstování révy vinné přes dostupnost živin v půdě, případně ovlivněním půdní hydrologie (WOLF a BOYER, 2003).

#### **3.2.1.3 Další důležité faktory**

##### **Agrotechnika – vedení révy, řez, zelené práce, aj.**

Vinohradník může pomocí vhodně zvoleného vedení révy změnit zralost, kvalitu a kvantitu sklizených hroznů (SEGUIN, 1986). Také další součásti agrotechniky mohou příznivě ovlivnit kvalitu hroznů. Jde zejména o řez, vyvazování tažňů, zakracování letorostů, odstraňování listů v zóně hroznů. Všechny tyto činnosti zlepšují ozáření listů a hroznů sluncem a tím lze dosáhnout lepší sklizně, složení hroznů a následně i kvality vína (SMART, 1985).

Abychom co nejvíce omezili stresové situace, které by mohly pozměnit aromatický a chuťový dojem vína, je třeba zajistit optimální výživu révy vinné. Také je důležité udržet optimální výnos vzhledem k podmínkám ročníku, aby se zajistila kvalita sklizeného produktu (PAVLOUŠEK, 2006).

### **Závlaha**

Závlaha může změnit lokalitu nevhodnou pro pěstování révy vinné z důvodu nedostatku srážek na vhodnou odstraněním nedostatku vody. Ovlivňuje růst keřů i bobulí a při správném používání umožňuje využívat mírný stres z nedostatku vody pro lepší vyzrállost bobulí. Využití závlahy má také vliv na koncentraci aromatických látek, v tomto případě je zde ale také závislost mezi dostupností vody pro révu a teplotou vzduchu. (MENDEZ-COSTABEL *et al.*, 2014; BONADA *et al.*, 2015)

### **Komerční kmeny kvasinek**

Pokud se matoliny a další kaly vznikající při produkci vína vracejí jako hnojivo zpět do vinice, mohou se takto do vinice dostávat i kmeny kvasinek, které se používají při výrobě vína. CORDERO-BUESO *et al.* (2011) zjistili, že kmeny kvasinek dokáží prvních 8 měsíců bez problému přežít ve vinohradu. Při používání postřiků přežívají po dvou letech pouze v okolí vinice a do tří let úplně mizí. Pokud by se při výrobě používaly stále stejné kmeny kvasinek a tyto se vždy vracely do vinice, mohlo by tím dojít k pozměnění populace kvasinek ve vinici, a tedy svým způsobem i k pozměnění vinařského terroir.

### **Kultivace půdy**

V případě pěstování révy vinné bez kultivace je počet pórů a jejich celkový objem významně vyšší než při využití kultivace. Konvenční kultivace přináší vyšší celkovou pórovitost, ale ta se skládá zejména z několika velkých, nerovnoměrně tvarovaných dutin. Obecně lze říci, že vývoj kořenů je lepší v podmínkách nulové kultivace. V těchto podmínkách je největší vývoj kořenů patrný ve svrchních vrstvách půdy, kdežto konvenční kultivace omezuje růst kořenů do hlubších částí půdy. (PAGLIAI, 1984; SOYER, 1984; JACKSON, 2008)

V případě zatravnění je rozvoj kořenové soustavy relativně stejnoměrný v horním metru půdního profilu. Kultivované vinice také ukazují nižší obsah organického materiálu. Toto může být výsledkem zvýšeného provzdušnění a ohřevu půdy dopadajícími slunečními paprsky, což oboje stimuluje mikrobiální mineralizaci organického podílu půdy. (PAGLIAI, 1984; JACKSON, 2008)

Kultivovaná půda má vyšší teplotu než půda s travním pokryvem, zatravnění také brání výměnám mezi atmosférou a půdou, což zpomaluje a zmírňuje ohřátí i chladnutí půdy. (PRADEL a PIERI, 2000)

### **Topografie**

Je dokázáno, že topografické charakteristiky dané lokality mají vliv na produkci hroznů ovlivněním mezoklimatu stanoviště (GLADSTONES, 1992).

WILSON (1998) uvádí, že všechna lepší (francouzská) vína se pěstují na svazích kopců různého druhu. Jako nejlepší část hodnotí prostředek svahu – konkávní část svahu, která koncentruje splavenou půdu z vyšších míst svahu, zachycuje slunce a většinou poskytuje dobré odvodnění.

PAVLOUŠEK (2007a) popisuje jihozápadně exponované svahy jako nejlepší k pěstování révy vinné v podmínkách ČR vzhledem k expozici lokality ke slunečnímu záření. JOHNSTONE (1968, in WOLF, BOYER, 2003) uvádí mírný efekt orientace svahu na zimní teploty v podmínkách Georgie (USA). Minimální teploty na severně orientovaných svazích byly o 0,6 °C až 1,7 °C nižší než teploty ze stejné nadmořské výšky z jižně orientovaných svahů během mrazů s teplotní inverzí. Také bezmrazé období bylo na severních svazích o zhruba 2 týdny kratší než na svazích jižních.

PAVLOUŠEK (2007a) dále uvádí, že pěstování na svazích hraje svoji úlohu i při ochraně proti zimním mrazům, kdy chladný vzduch proudí v údolích nebo spodních částech svahů, horní a střední části mohou být naopak dobře chráněny. TAYLOR (2004) toto doplňuje tím, že v horní části svahu teplota oproti střední části v noci klesá, ale stále je denní rozmezí teplot oproti spodní části svahu redukováno.

BOHRMICH (1996) dále uvádí výhodu svahů v lepším odvodnění a tím menšímu riziku déletrvajícího zaplavení.

Ve vyšších zeměpisných šířkách se svažítost terénu stává velice důležitou, jelikož příjem slunečního záření se stává prakticky určujícím. Strmější svahy zachytí více radiace na metr čtvereční za předpokladu, že mají vhodnou orientaci k světovým stranám. Avšak na druhou stranu jsou svahy příkřejší než 15 % obtížněji obdělávatelné za pomoci mechanizace a také je zde vyšší riziko půdní eroze (WOLF a BOYER, 2003).

GLADSTONES (1992) uvádí, že přítomnost velkých vodních těles ve vnitrozemí jako například jezer či řek může ovlivnit teplotu až do vzdálenosti několika kilometrů. Toto přináší ochranu proti mrazům a naopak i proti vysokým odpoledním teplotám.

Topografii lze dát do souvislosti s erozí, kdy topografie dané lokality ovlivňuje riziko eroze, ať již větrné či vodní a tady nepřímo i stabilitu tohoto terroir. (UNAMUZNAGA *et al.*, 2014)

#### **3.2.1.4 Hodnocení vinohradnického terroir**

##### **Klimatické indexy**

Pro zjednodušení popisu jednotlivých viničních tratí vznikla celá řada pomocných klimatických indexů, které v sobě shrnují jednu či více klimatických charakteristik dané lokality.

Jako první byl vytvořen Winklerův index (AMERINE a WINKLER, 1944; in FRAGA *et al.*, 2012), který představuje sumu efektivních teplot dané lokality.

Hydrotermický index dává do souvislosti teplotu a srážky v dané lokalitě (BRANAS *et al.*, 1946, in MALHEIRO *et al.*, 2010).

BECKER (1985) využívá průměrnou teplotu nejchladnějšího měsíce jako jeden z důležitých parametrů pro pěstování révy vinné v chladném klimatu.

PRESCOTT (1969) zkoumal průměrnou teplotu nejteplejšího měsíce a jako minimální hodnotu stanovil 18,7 °C. Z tohoto vychází teplotní index zeměpisné šířky, který tuto teplotu upravuje podle zeměpisné šířky.

HUGLIN (1978) vypracoval helietermický index (někdy označovaný dle autora jako Huglinův index) udávající helietermický potenciál viniční trati v závislosti na délce dne podle zeměpisné šířky. Dle něj můžeme vybírat odrůdy podle jejich teplotních nároků a udává také potenciální cukernatost hroznů.

CARBONNEAU a TONIETTO (2004) zavedli index chladných nocí udávající kvalitativní potenciál dané lokality ve vztahu k polyfenolům a aroma v hroznech. Spolu s ním vytvořili i index sucha vycházející z potřeb keřů révy vinné vzhledem k dostupnosti vody v půdě a úrovni sucha. Dále zavedli Geovinohradnický multikritériální klimatický klasifikační systém, který ještě k výše uvedeným přidává helietermický index a všechny tři používá pro detailnější popis a porovnávání podmínek jednotlivých lokalit.

MALHEIRO *et al.* (2010) vypracovali kompozitní index (Composite Index) dávající do vztahu helietermický index, index sucha, hydrotermický index a nepřekročení minimální teploty -17 °C v zimě. Tento index pak označí daný rok jako vhodný nebo nevhodný pro pěstování a je tedy použitelný pouze u míst s dostatečně dlouhou historií pozorování potřebných meteorologických dat, minimálně 15 let.

Často je z výše uvedených indexů jeden nebo více používán k zhodnocení dané lokality, ať již s existujícími vinohrady či jako nástroj pro zhodnocení potenciálních viničních tratí. (HALL a JONES, 2010; MONTES *et al.*, 2012)

### **Komplexní indexy**

Kromě klimatických indexů se objevují i takové, které používají i jiné vlastnosti lokality než jen klimatické faktory.

Příkladem může být „Site index“, tedy volně přeloženo index lokality, index místa. TESIC *et al.* (2001) jej vyvinuli pro hodnocení vinohradnických tratí na Novém Zélandu, ale jeho uplatnění je univerzální. Kombinuje hodnoty průměrných teplot v říjnu a lednu, obsahu štěrku, srážek během vegetace, poměru jílu k prachovým částicím a hloubku půdního profilu, který mohou využívat kořeny révy vinné.

#### **3.2.1.5 Precizní vinohradnictví**

V současné době se pozornost také soustřeďuje na tzv. precizní zemědělství, v našem případě precizní vinohradnictví, tedy snahu o co nejpřesnější a nejdetailejší popsání jednotlivých viničních tratí, rozdílů uvnitř jednotlivých tratí a tedy detailní zmapování a rozčlenění terroir z hlediska potřeby závlahy, ochrany, provedení agrotechnických operací s ohledem na vliv na kvalitu a kvantitu sklizených hroznů. Příklad může dát např. BRAMLEY a HAMILTON (2004) a BRAMLEY (2005), kteří zkoumali variabilitu sklizně a kvality uvnitř jednoho vinohradu v rámci několika let. Zdůrazňují výhody zonálního managementu vinice, kdy jednotlivé části jsou rozdílně obhospodařovány podle jejich rozdílných potřeb, i když to s sebou nese potřebu velkého množství vzorků pro analýzy. Toto lze považovat za asi zatím nejdetailejší dělení terroir v provozních podmínkách. Stanovení termínu sklizně pro jednotlivé části vinice označuje TROUGH a BRAMLEY (2011) za dočasnou složku terroir. S precizním zemědělstvím souvisí i práce VAN LEEUWENA *et al.* (2010), kteří zmiňují nutnost zónovací metodologie, aby bylo opravdu možné spojit terroir s vínem. Tato metodologie se pak liší podle toho, do jakých podrobností potřebujeme toto spojení sledovat. Detailněji mapování vinohradů popisují UBALDE *et al.* (2008) a zmiňují nutnost používat rozlišení alespoň 1:5000. Výsledkem by měla být kvalitnější úroda v odpovídající kvantitě za současného snížení nákladů u postřiků, hnojení a dalších vstupů.

Rozvoj precizního zemědělství souvisí s pokroky v oblasti geografických informačních systémů (GIS), využívání globálního pozičního systému (GPS) a také dálkového průzkumu. Možnosti využití těchto metod detailně popsal MATHEWS (2013).

GIS umožňuje spojení mnoha vrstev informací pro správné rozhodnutí ohledně založení vinice, výběru odrůd, zónování agrotechniky dle požadavků jednotlivých zón atd.

Někdy se v souvislosti s precizním vinohradnictvím hovoří také o rozdělení jednotlivých viničních tratí na půdní terrony, tedy základní půdní jednotky. V případě, že jsou klimatické podmínky na daném stanovišti stejné či jen velmi mírně odlišné (mírný svah), lze tyto terrony brát i jako základní jednotky terroir pro danou lokalitu. Každý terron je pak definován řadou půdních vlastností, kdy podle našich potřeb volíme intervaly pro zařazení do daného terronu buď širší, kdy získáme méně terronu a i méně detailní popis nebo naopak užší, kdy bude popis detailnější za cenu vyššího počtu terronů. (MALONE *et al.*, 2014)

### **3.2.2 Vinařské terroir**

To, jak jsou hrozny po sklizni dále zpracovávány, jakým způsobem probíhá kvašení a školení vína, to vše v sobě zahrnuje vinařské terroir. Pomocí zvláštních postupů je možné zmírnit nebo i dokonce využít dopady zdánlivě nevhodného vinohradnického terroir, jak tomu bylo a je například ve francouzské oblasti Champagne. Vinohradnické terroir nejvíce vynikne, je-li podporováno také terroir vinařským (MORAN, 2006).

V případě, že má vinařské terroir podporovat vinohradnické, je třeba využívat spontánní fermentace hroznů s využitím mikroflóry vinice. Je možné využít selekci kvasinek z daného terroir a ty následně použít při výrobě vín ze dané lokality (PAVLOUŠEK, 2007b).

### **3.2.3 Územní terroir**

HINNEWINKEL (2004, in MORAN, 2006) říká, že „Terroir je dnes jasně definovaný výrobní prostor, náležící skupině producentů, kde právní ustanovení zajišťují, nebo dokonce garantují kvalitní produkt“. Tato složka terroir nám dává ekonomickou výhodu, kterou jsou vyšší příjmy než za normálních podmínek, a tuto výhodu si přivlastňují majitelé půdy, případně další lidé, kteří jsou součástí výrobního procesu. (MORAN, 2006)

### **3.2.4 Identita terroir**

Myšlenku identity je těžké oddělit od myšlenky územního terroir. V obou případech je zde jistá spojitost mezi místem a vínem. Rozdíl je v tom, zda se zem bere jako ekonomický přínos nebo jako kulturní zkušenost (MORAN, 2006). DION (1959, in MORAN, 2006) říká: „Líbilo by se nám vidět ve ctnostech našich vinic vliv přírodní výsady, privilegia, zvláštní milosti udělené půdě Francie, jako kdyby bylo mělo pro naši zemi více cti než lidských útrap obdržet tento vinařský věhlas (renomé), v němž

naši předkové našli téma kolektivní hrdosti dokonce dříve, než se v nich probudil pocit francouzské vlasti.“

### **3.2.5 Propagační terroir**

Používání slova terroir při propagaci vín je stále častější. V Burgundsku používali koncem 20. století frázi: „Burgundsko – Terroir požehnané bohy“. Tento slogan byl použit, aby shrnul jedinečnost regionu. Často je terroir také graficky znázorněno na etiketách pomocí stylizovaných fotografií a obrázků, nebo popsáno na zadní etiketě, což značí snahu podtrhnout jedinečnost daného vína a přírodních podmínek. (MORAN, 2006).

### **3.2.6 Právní terroir**

Právní terroir v České republice představují jasně vymezené vinařské oblasti, podoblasti, vinařské obce a viniční tratě, které jsou zákonem přesně určené a vymezené, a jen víno z hroznů vypěstované na dané trati může nést její jméno. (KUPSA, 2010)

### 3.3 Látkové složení bobulí, moštu a vína

Zralé bobule révy vinné obsahují mnoho látek anorganického i organického původu. Některé skupiny těchto látek je možné využít pro chemickou analýzu vína za účelem stanovení jeho původu. Základní látkové složení moštu uvádí Tabulka 3-1. Bližší popis jednotlivých částí byl zpracován dříve (KUPSA, 2012), další podkapitoly se budou tedy zabývat jen látkami, které jsou důležité pro tuto práci.

Tabulka 3-1 Látky obsažené v moštu bobulí podle COOMBA a ILANDA (2005)

Obsahová látka	Obsah v moštu v g.l <sup>-1</sup>		
	nízký	střední	vysoký
<b>Voda</b>	700	750	800
<b>Cukry</b>			
<b>Glukóza</b>	80	105	130
<b>Fruktóza</b>	70	95	120
<b>Sacharóza</b>	Stopové množství	1	5
<b>Pektin</b>	0,1	0,5	1
<b>Inositol</b>	0,2	0,5	0,8
<b>Kyseliny</b>			
<b>Titrovatelné kys.</b>	3	7	12
<b>Kyselina vinná</b>	2	6	10
<b>Kyselina jablečná</b>	1	5	9
<b>Kyselina citronová</b>	Stopové množství	0,3	0,5
<b>Dusík</b>			
<b>Celkový dusík</b>	0,2	0,8	2
<b>Aminokyseliny</b>	0,1	0,4	1
<b>Amonný dusík</b>	0,01	0,06	0,12
<b>Minerální látky</b>			
<b>Popel</b>	2,5	3	6
<b>Draslík</b>	1	2	3
<b>Fosfáty</b>	0,2	0,35	0,5
<b>Sírany</b>	0,03	0,2	0,35
<b>Hořčík</b>	0,1	0,2	0,25
<b>Vápník</b>	0,04	0,14	0,25
<b>Bór</b>	Stopové množství	0,03	0,07
<b>Mangan</b>	Stopové množství	0,03	0,05
<b>Železo</b>	Stopové množství	0,02	0,03
<b>Měď</b>	Stopové množství	0,002	0,003
<b>Zinek</b>	Stopové množství	0,002	0,005
<b>Celkové fenoly</b>	0,1	0,5	1
<b>Lipidy</b>	-	0,5	-
<b>Terpenoidy</b>	0,05	0,2	0,5



### 3.3.1 Voda

Voda může tvořit až 80 % všech látek ve víně. Izotopový poměr  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  z molekul vody se využívá jako důkazní metoda nepovoleného ředění vína či burčáků vodou a také slouží jako doplňkový údaj při zkoumání původu vína. (OGRINC *et al.*, 2001)

Během evaporace vody z oceánů a evapotranspirace vody z rostlin dochází ke snižování obsahu těžkých izotopů ( $^{18}\text{O}$ ) v páře oproti tekutému stavu, následkem čehož je v rostlinách, resp. ve vodě v nich obsažené, vyšší izotopový poměr  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  oproti „běžné“ vodě v řekách, v rámci podzemních vod apod. Tohoto se využívá při zjišťování nepovoleného ředění moštů, burčáku a vín vodou. (FLAMINI a PANIGHEL, 2006)

### 3.3.2 Minerální látky

Nejvýznamnějším zdrojem minerálních látek obsažených v bobulích révy vinné je půda. Celkový obsah všech anorganických látek ve vzniklém víně (kromě vody) většinou nepřesahuje 5 %. Z aniontů jsou nejvýrazněji zastoupeny sírany, fosforečnany, chloridy, boritany a křemičitany, z kationtů pak draslík, vápník, hořčík a sodík. (ŠPERKOVÁ, 2003)

Zhruba 97 % minerálních látek, resp. popela, je tvořeno osmi makroelementy (K, Mg, Ca, Na, C, P, S, Cl), které jsou přítomny v koncentracích přes  $10 \text{ mg.l}^{-1}$ . Zbývá 3 % jsou tvořena mikroelementy, stopovými prvky a ultra-stopovými prvky (vč. prvků vzácných zemin). Mikroelementy a stopové prvky se vyskytují v koncentracích  $0,01\text{--}10 \text{ mg.l}^{-1}$  a zahrnují Si, Mn, B, Rb, Zn, Sr, Fe, Cu, Al, F, a I přítomné ve vyšších koncentracích a Sn, V, Ti, As, Ba, Pb, Br, Cr, Li, Ni, Co, Mo a Ag přítomné v koncentracích nižších. Ultra-stopové prvky a prvky vzácných zemin dosahují koncentrací pod  $10 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$  a zahrnují i radioaktivní prvky. (LARCHER a NICOLINI, 2008)

Prvky nejsou až tak důležité pro autenticitu vína či jako důkaz používání nepovolených látek, ale jejich důležitost roste, pokud je hlavním cílem ověření geografického původu. V tomto směru byla provedena celá řada výzkumů. Největším problémem v tomto směru je to, že jednotliví autoři se zabývají rozdílnými soubory prvků, a proto je těžší porovnávat jednotlivé výsledky, zejména ve srovnání s izotopovými analýzami. U vína se nejčastěji používají prvky K, Na, Fe, Y, Rb, Ca, Cu, Cr, Co, Sb, Cs, Br, As, Ag, Li, Ba, Sr, Mg, Al a Mn. (MEDINA, 1996, in GEANA *et al.*, 2013; ARVANITOYANNIS *et al.*, 1999, in GEANA *et al.*, 2013).

Vzhledem k tomu, že přirozený difúzní pohyb prvků se nemění při přechodu mezi horninou a půdou a následně mezi půdou, rostlinou révy a ve výsledku hrozny, je možné rozeznat jednotlivá vína podle analýzy prvků ve spojení s analýzou půd v místě původu

(GEANA *et al.*, 2013). Přirozený obsah minerálů je však jen částí jejich celkového obsahu ve víně. Další část je umělého původu, nejčastěji spojeným s používáním širokého spektra enologických přípravků nebo kovových materiálů při výrobě vína. Mezi prvky tímto ovlivněné patří K (vysrážení vinného kamene), Al (používání bentonitů), Cd (residua fungicidů), Ca (prostředky pro odkyselení, vysrážení vinanu vápenatého), Cr (skladování v nerezových tancích), Cu (fungicidy, používání CuSO<sub>4</sub>), Fe (snížení po modrém čiření), Pb (používání mosazi, zejména historicky), Zn (pesticidy, nádoby s obsahem Zn). (JAKUBOWSKI *et al.*, 1999, PYRZNYŃSKA, 2004, LARA *et al.*, 2005)

Pro určení původu vína někdy stačí jen několik prvků. SERAPINAS *et al.* (2008) uvádějí, že tři až čtyři prvky byly dostačující pro rozdělení vín ze sedmi zemí při 90% úspěšnosti.

Některé práce také přímo řeší spojení mezi obsahem prvků v půdě a jejich obsahem ve víně. KMENT *et al.* (2005) byli schopni podle obsahu prvků rozdělit jak vína, tak vzorky půdy podle lokality, avšak rozdělení vín nekorespondovalo s rozdělením půd, což autoři vysvětlují vlivem půdní chemie, znečištění a vlivu procesu výroby vína. Jako jediný prvek s přímým vztahem s půdou byl označen Mg a také vliv pH vína na obsah K a Mg.

### 3.3.2.1 *Primární obsah*

Geochemie půd ve vinicích včetně fyzikálně-chemických vlastností a biologické dostupnosti prvků hraje fundamentální roli při vývoji révy vinné, jelikož toto vše ovlivňuje příjem živin a neesenciálních prvků. Množství prvků v půdě, stejně tak jako biologickou dostupnost, ovlivňují litologické charakteristiky mateční horniny, rychlost zvětrávacích procesů a další půdní vlastnosti. Toto vše určuje dostupnost živin pro révu a kvalitu vína. (PROTANO a ROSSI, 2014)

Vliv na příjem prvků z půdy má mj. stáří a zdravotní stav révy vinné, hloubka kořenů, půdní pH, vodní režim, teplota, srážky, zastínění nebo také přítomnost mykorhizy. V případě používání závlahy může mít též vliv obsah prvků ve vodě používané k závlaze. (GREENOUGH *et al.*, 1997)

Poměr obsahu prvků v rostlině k jejich koncentraci v půdě se nazývá bioakumulační index. Výběr podnože a odrůdy ovlivňuje příjem živin u révy vinné a tedy i tento index. Toto platí zejména u Al, Ca, P a K a u stopových prvků u La, alespoň ve vztahu k jejich obsahu v listech. (AMORÓS *et al.*, 2013)

Při podobném průběhu počasí mezi ročníky nelze podle obsahu prvků vína z jednotlivých ročníků od sebe odlišit. Dále odrůda má spíše malý vliv na obsah prvků ve víně, rozhodně řádově menší než lokalita. (MARTIN *et al.*, 2012)

### 3.3.2.2 Sekundární obsah

#### Přírodní (geogenní)

Přírodní sekundární obsah prvků pramení z ostatních přirozených podmínek stanoviště kromě půdy. Může se jednat o přítomnost moře, slaného jezera nebo např. vulkánu. V jejich blízkosti dochází k nepatrnému, ale přesto prokazatelnému zvýšení obsahu prvků jako jsou As, B, Br, Cl, Fe, I, Mn, Na, Hg, Zn. Ty se mohou do rostliny dostávat kořeny, povrchem listů či prostřednictvím slupek bobulí. (ŠPERKOVÁ, 2003)

#### Umělý (antropogenní)

Obsah prvků ve víně může být pozměněn zejména používáním různých prostředků a zařízení při výrobě vína, ale i např. blízkostí vinic u starých dolů, o čemž se zmiňují BERTOLDI *et al.* (2013). Dále je zde také vliv používaných minerálních a organických hnojiv nebo pesticidů.

JAKUBOWSKI *et al.* (1999) uvádějí, že použití bentonitu výrazně ovlivňuje obsah prvků vzácných zemin a označuje využití těchto prvků pro ověření původu vína minimálně za problematické. Ke stejnému závěru došli i ANGUS *et al.* (2006), kteří navíc zdůraznili i vliv doby účinku bentonitu na obsah těchto prvků, kdy tato doba může být u různých výrobců vín rozdílná. LARCHER a NICOLINI (2008) uvádějí, že přídavek bentonitu ovlivňuje minimálně 20 prvků, většinou se jeho použitím obsah zvyšuje, ale u Cu, K Rb, a Zn dochází ke snížení obsahu. Dále zmiňují ovlivnění obsahu některých filtrů deskovou a křemelinovou filtrací.

Těžké kovy se většinou vysráží během kvašení. Jejich vyšší obsah značí kontaminaci po alkoholové fermentaci (COZZOLINO, 2015).

Přídavek kvasničných buněčných stěn dokáže snížit obsah některých prvků (např. Cu, Fe, La či Sb) v průměru o 25 %. Použitý kmen kvasinek může také ovlivnit výsledný obsah prvků ve víně, z praktického hlediska zejména u Cu, Zn a Co. (LARCHER a NICOLINI, 2008)

STOCKLEY *et al.* (1997), STOCKLEY *et al.* (2003), PYRZNYŃSKA (2004), LARA *et al.* (2005), FERNÁNDEZ-CALVIÑO *et al.* (2008), LARCHER a NICOLINI (2008), LAI *et al.* (2010) a CLARK *et al.* (2015) zmiňují následující vlivy na prvky nejen při výrobě vína a souvisejících činnostech:

### ***Draslík***

Obsah draslíku může být ovlivněn vypadáváním vinného kamene, který je tvořen vinanem draselným. Dále jeho obsah ovlivňuje použití bentonitu.

### ***Hliník***

Koncentrace hliníku může být ovlivněna použitím bentonitu a částečně také kontaktem s hliněnými povrchy a vybavením.

### ***Kadmium***

Antropogenní původ je možné vidět v reziduích postřiků (fungicidů, pesticidů) a také environmentální kontaminací průmyslovými závody v blízkosti vinic. Při výrobě vína může kadmium přecházet z vybavení sklepa a některých enologických produktů.

### ***Vápník***

Obsah vápníků lze ovlivnit používáním přípravků na odkyselení vín, které obsahují  $\text{CaCO}_3$  nebo přípravků pro sádrování obsahujících  $\text{CaSO}_4$ . Při vysokých hodnotách může vápník vypadávat z vína jako vinan vápenatý.

### ***Chrom***

Při zrání vína v nerezových tancích a po nalahvování dochází k nárůstu obsahu chromu.

### ***Měď***

Měď se kromě přírodního původu může dostat do vína z postřiků, kdy silné používání mědnatých postřiků může významně ovlivnit její obsah v půdě, kdy může z běžných  $5\text{--}30 \text{ mg.kg}^{-1}$  půdy vyšplhat až na  $100\text{--}1\,500 \text{ mg.kg}^{-1}$ , někdy i více.

Při příliš vysokém obsahu Cu může docházet k pomalému kvašení nebo až jeho zastavení, což může přinést zvýšený obsah sulfanu. Koncentrace v mladém víně po ukončení kvašení je nízká vlivem schopnosti kvasničných kalů měď vyvázat. Obsah mědi se zvyšuje použitím  $\text{CuSO}_4$  při ošetření proti sirce, naopak se snižuje při modrém čiření.

### ***Železo***

Obsah železa se snižuje při modrém čiření, které zabraňuje kovovým zákalům.

### ***Olovo***

V dřívějších dobách mělo na obsah olova vliv používání mosazi např. v rámci armatur. Dnes vlivem přechodu na používání nerezové oceli již dochází k poklesu obsahu, resp. není jeho obsah tolik ovlivněn. Vyšší koncentrace může být při skladování v betonových nádržích či voskovaných dřevěných sudech a také při čiření bentonitem a filtraci křemelinou, naopak kvašení obsah snižuje. Vždy je ale koncentrace v povolených množstvích a nepřekročí  $30 \mu\text{g.l}^{-1}$ .

Vliv obsahu olova v půdě a emisí ve vzduchu na jeho obsah v bobulích a následně v moštu je malý. Současně k hromadění olova dochází zejména v blízkosti povrchu půdy, a to do zhruba 10 cm, což vzhledem k tomu, v jakých hloubkách se nacházejí kořeny révy vinné, vysvětluje tento nízký vliv. Platí, že v hroznech je zhruba 400x nižší koncentrace olova než v půdě.

Fungicidy na bázi  $\text{CuSO}_4$  a hnojiva se superfosfátem obsahují stopové množství olova a mohou ovlivňovat jeho koncentraci v půdě, a to až na desetinásobek normálního obsahu.

### ***Zinek***

Množství zinku je ovlivněno používáním pesticidů s obsahem tohoto prvku a také při skladování vína v nádobách s obsahem zinku. Při použití bentonitu dochází ke snižování jeho obsahu v moštu či víně.

### ***Platina***

Obsah platiny se začal měnit vlivem používání automobilových katalyzátorů, které obsahují platinu. Vinice v blízkosti dálnic a frekventovaných silnic, resp. hrozny a víno z nich vyrobené mohou vykazovat vyšší obsah tohoto prvku.

Vzhledem k výše uvedeným vlivům na obsah prvků se část výzkumu v současné době soustředí na hledání optimálního souboru stopových prvků, které nejsou při výrobě vína a dalších antropogenních vlivech ovlivněny. (COZZOLINO, 2015)

### 3.3.3 Organické látky ve víně

Ve víně je obsažena celá řada organických látek, které mohou pocházet z bobulí, mít v bobulích prekurzory přeměňované kvasinkami či dalšími mikroorganismy, nebo být tvořené čistě kvasinkami při kvašení.

Organické sloučeniny v porovnání s minerálními látkami jsou velmi dobré pro rozlišení odrůd mezi sebou, ale jejich využití pro sledování původu může být problematické a je třeba volit správné skupiny látek. (COZZOLINO, 2015)

#### 3.3.3.1 *Alkoholy*

Nejvýznamnějším alkoholem obsaženým ve víně je etanol, vznikající při kvašení ze zkvasitelných cukrů obsažených v moštu. Pomocí poměrů mezi těžkým a lehkým vodíkem (D/H)<sub>I</sub> a (D/H)<sub>II</sub> methylové, resp. methylenové skupiny etanolu je možné zjistit původ zkvašeného cukru, a tím odhalit nepovolené přidání cukru do moštu. Dále lze tyto poměry využít pro stanovení geografického původu vína. (OGRINC *et al.*, 2001)

Dále lze v rámci autenticity využít (spolu s dalšími izotopovými poměry) izotopový poměr <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, kdy vzhledem k jinému průběhu fixace CO<sub>2</sub> v révě a cukrové třtině nebo kukuřici je u révy nižší koncentrace <sup>13</sup>C než u třtiny, což platí i u plodů těchto rostlin. (FLAMINI a PANIGHEL, 2006)

Při kvašení také vznikají ve víně i některé vyšší alkoholy, které lze vzhledem k jejich vlastnostem řadit mezi těkavé látky.

#### 3.3.3.2 *Cukry*

Vzhledem k tomu, že většina cukrů obsažených v moštu je během kvašení přeměněna na etanol a další produkty a jelikož je možné ovlivnit množství zbytkového cukru ve víně, se cukry ke stanovení původu vína nepoužívají. Lze však zjistit přidání cukru do moštu, viz předcházející kapitola.

#### 3.3.3.3 *Organické kyseliny*

Organické kyseliny ve víně pocházejí z bobulí, případně vznikají činností mikroorganismů při kvašení vína nebo některých nežádoucích procesech jako je např. mléčné nebo máselné kvašení.

Nejvýznamnějšími organickými kyselinami jsou kyselina L-(+)-vinná, kyselina L-(-)-jablečná, kyselina citronová. Dále se ve víně mohou vyskytovat další kyseliny jako kyselina octová, mléčná, jantarová, askorbová a také kyselina slizová vznikající činností *Botrytis cinerea*.

Významnou skupinou jsou hydroxybenzoové a hydroxyskořicové kyseliny. Z hydroxybenzoových jsou nejvýznamnější kyselina gallová, prokatechová, vanillová a syringová, z hydroxyskořicových pak kyselina kávová, *p*-kumarová a ferulová. Hydroxyskořicové kyseliny se vyskytují ve formě tzv. depsidů, což jsou vnitřní estery hydroxyskořicových kyselin s kyselinou vinnou, např. depsid odvozený od kyseliny kávové – kyselina kaftárová. Tyto hydroxykyseliny lze také řadit mezi fenolové látky, resp. jejich prekurzory a využít je pro stanovení autenticity vín. (KUMŠTA, 2007)

#### **3.3.3.4 Fenolové látky**

Fenolové látky představují velice širokou a různorodou skupinu látek obsažených ve víně. Fenolové látky se dělí na neflavonoidní a flavonoidní. První skupina sestává z hydroxybenzoových kyselin, hydroxyskořicových kyselin a stilbenů; druhá pak z antokyanů, flavan-3-olů a flavonolů. Všechny tyto sloučeniny mají původ v bobulích, resp. jsou v bobulích obsaženy jejich prekurzory. (PAVLOUŠEK, 2011)

Obsah fenolových látek ovlivňují klimatické podmínky, zejména oslunění bobulí a také vláhové podmínky. Bobule vystavené slunci mají významně vyšší obsah fenolových látek než bobule zastíněné. (CADOT *et al.*, 2011)

DE ANDRÉS-DE PRADO *et al.* (2007) popisují vliv půdy na množství i poměr jednotlivých fenolových látek.

Fenolové látky se vyskytují v bobulích révy vinné jako monomerní nebo polymerní molekuly a jsou lokalizovány v šťávě dužniny (estery hydroxyskořicových kyselin s kyselinou vinnou), pevné části dužniny (proantokyanidiny, hydroxyskořicové kyseliny), v semenech (flavan-3-oly, proantokyanidiny, kyselina gallová) a ve slupce (antokyaniny, flavan-3-oly, proantokyanidiny, flavonoly, dihydroflavonoly, estery hydroxyskořicových kyselin s kyselinou vinnou, hydroxyskořicové kyseliny a hydroxystilbeny). Jejich obsah je určen zejména odrůdou, ale také může být ovlivněn environmentálními faktory, agrotechnikou a zralostí bobule. Při výrobě vína jsou všechny skupiny polyfenolů přeneseny do vína, i když v různém rozsahu, a tvoří část sensorické charakteristiky vína, např. barvu a hořkost. (DI STEFANO a FLAMINI, 2008)

Jak již bylo řečeno, fenolové látky se dělí na neflavonoidní a flavonoidní, kdy první skupinu lze dále dělit na hydroxybenzoové kyseliny, hydroxyskořicové kyseliny (souhrnně fenolové kyseliny) a stilbeny; druhou pak na antokyaniny, flavan-3-oly a flavonoly.

## **Fenolové kyseliny a jejich deriváty**

Fenolové kyseliny ve víně lze rozdělit do dvou skupin, a to na benzoové kyseliny a hydroxyskořicové kyseliny. Mezi benzoové kyseliny patří kyselina *p*-hydroxybenzoová, protokatechinová, vanillová, gallová, syringová, salicylová a kyselina gentisová a mezi hydroxyskořicové kyseliny náleží kyselina *p*-kumarová, kávová, ferulová a kyselina synapová. Jednotlivé kyseliny se odlišují substituenty na benzenovém kruhu. V hroznech jsou přítomny ve formě glykosidů nebo esterů, z glykosidů jsou uvolňovány kyselou hydrolyzou, z esterů alkalickou hydrolyzou. (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2006)

## **Stilbeny**

Stilbeny patří mezi fytoalexiny, nízkomolekulární látky s antimikrobiálními vlastnostmi, vznikající na základě vzájemného působení mezi rostlinou a mikroorganismem. Vyznačují se také pozitivními zdravotními účinky, například antioxidanty. (PAVLOUŠEK, 2011)

Nejnámější stilben představuje resveratrol, který je produkován révou vinnou jako odpověď na napadení *Botrytis cinerea* a dalšími houbovými chorobami, kdy vlastní ochrannou funkci zastávají oligomery resveratrolu zvané viniferiny. Resveratrol se vyskytuje jako *cis* a *trans* izomer a také může tvořit glykosidy obou těchto izomerů. (WATERHOUSE, 2006)

## **Flavan-3-oly**

Polymery složené z flavan-3-olů, známé jako taniny, představují skupinu fenolů schopných produkovat stabilní sloučeniny s proteiny a jinými rostlinnými polymery, např. polysacharidy. Z chemického hlediska představují taniny objemné fenolové sloučeniny vzniklé polymerací elementárních molekul obsahujících fenolové skupiny. Molekulová hmotnost taninů se pohybuje v rozmezí 600–3 500. Mezi nejvýznamnější monomerní flavan-3-oly obsažené v hroznech a ve víně patří katechin, gallokatechin, epikatechin, epigallokatechin a epikatechin-3-O-gallát. Během zrání dochází k jejich polymerizaci do formy proantokyanidinů (taninů). Jako o taninech lze tedy o těchto látkách hovořit až od formy dimérů, jako monomery totiž mají ve vztahu k proteinům velmi omezené možnosti tvořit stabilní produkty. (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2006; PAVLOUŠEK, 2011)



### 3.4 Metody pro určování původu a autenticity vín

Tato problematika byla detailněji zpracována již dříve (KUPSA, 2012). Dále budou blíže popsány jen metody využití v této práci a také metody, které se začaly používat v posledních letech.

#### 3.4.1 Spektroskopie a spektrometrie

**NMR spektroskopie** (Spektroskopie nukleární magnetické resonance) analyzuje absorpci energie atomovými jádry s nenulovými spiny za přítomnosti magnetického pole. Absorpce je ovlivněna jádry okolních molekul, což zapříčiňuje malé lokální modifikace vnějšího magnetického pole. NMR spektroskopie poskytuje detailní informace o molekulové struktuře (REID *et al.*, 2006). H-1 NMR umožnila rozlišení vín z italského regionu Apulia a vín ze Slovinska se skoro 100% přesností (BRESZIA *et al.*, 2003).

Mezi často uplatňované spektrometrické metody patří **ICP-MS** (hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) a **ICP-OES** (optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem). Kombinace těchto metod byla použita v ojedinělé práci zaměřené na česká a moravská vína, kdy bylo celkem zkoumáno skoro 450 vzorků vín, z toho 65 vín červených na obsah 27 prvků a dvou izotopových poměrů. Dle použitých parametrů a detailnosti určování původu se úspěšnost pohybovala mezi 60–100 % (ŠPERKOVÁ, 2003). Dále ICP-MS využili i ANGUS *et al.* (2006) pro úspěšné rozdělení vín v rámci Nového Zélandu. V poslední době byla tato metoda využita také pro výzkum obsahu prvků v půdách a ve vínech, kdy v obou dvou případech umožnila rozdělení půd resp. vín podle jejich původu a byla nalezena u některých prvků i spojitost mezi obsahem v půdě a ve víně (CATARINO *et al.*, 2014).

Dále se lze také zmínit o **ICP-AES**, tedy emisní spektroskopii (MARTIN *et al.*, 2012).

Do této skupiny patří také IRMS, která je však z důvodu nejčastějšího využití zahrnuta do následující skupiny.

#### 3.4.2 Izotopová analýza

K analýze izotopů se dnes používají zejména **SNIF-NMR** (nukleární magnetická rezonance sledující distribuci izotopů na různých místech v molekule) a **IRMS** (hmotnostní spektrometrie poměru izotopů) a to nejčastěji společně. Touto analýzou je možné odhalit nepovolený přídavek cukru či vody do vína. SNIF-NMR byla roku 1990

oficiálně uznaná EU jako metoda umožňující kontrolu chaptalizace (přidání cukru) u moštů, resp. vína. (REID *et al.*, 2006)

SNIF-NMR a IRMS dovolila úspěšné rozdělení slovinských vín dle regionu, ročníku a byla schopna označit vína neoprávněně obohacená cukrem nebo zředěná vodou (OGRINC *et al.*, 2001). Stejně tak použití kombinace SNIF-NMR a IRMS umožnilo rozdělení čínských vín dle původu (JIANG *et al.*, 2015). Nejen podle výše zmíněných autorů je vždy lepší využívat kombinaci více izotopových poměrů.

Různé izotopové poměry mají různé využití v rámci autenticity vína s ohledem, který nepovolený zásah jsou schopny prokázat.  $(D/H)_I$ ,  $(D/H)_{II}$ ,  $^{13}C/^{12}C$  a  $^{18}O/^{16}O$  vody ve víně jsou také oficiálně používány v EU pro účely potvrzení původu vína. Aby bylo možno ověřovat původ vína, je třeba získat “normální” hodnoty pro daný region. V EU se toto děje ve všech členských státech sběrem vzorků z vybraných vinic a jejich vinifikací. Izotopické poměry těchto vín jsou poté změřeny a zaneseny do evropské databáze pro pozdější porovnání podezřelých vín. (BIGWOOD *et al.*, 1998; CHRISTOPH *et al.*, 2003)

Také většina z těchto izotopových poměrů ze zřejmých důvodů může obsahovat informaci o geografickém původu vína. Bylo dokázáno, že nejlepší výsledky jsou ze současné analýzy více izotopových poměrů kdy všechny nebo alespoň většina z nich je změřena a výsledky jsou zpracovány metodami jako PCA nebo CVA (MONETTI *et al.*, 1995; WACHTER *et al.*, 2009).

Míra evapotranspirace v týdnech a měsících před sklizní hroznů má vliv na hodnoty izotopových poměrů, v suchých oblastech, jako je Kalifornie, pokračuje obohacování izotopy až do sklizně. (INGRAHAM a CALDWELL, 1999)

Následuje krátký popis jednotlivých izotopových poměrů a jejich možné využití.

#### **3.4.2.1 $(D/H)_I$ izotopový poměr etanolu**

$(D/H)_I$  izotopový poměr je poměr methylové skupiny etanolu. VALLET *et al.* (1996, in MARTIN *et al.*, 2003) určili, že izotopový poměr nezáleží na typu kvasinek použitých během fermentace. Methylová skupina je částečně spojena s vazebnými místy 1,2,6,6' glukózy (asi 85 %) a s vodou. Jinými slovy lze říci, že  $D/H$  poměr z fermentovaných cukrů je zachován v methylové skupině  $(D/H)_I$  molekuly etanolu. Vzhledem k tomu nachází  $(D/H)_I$  hlavní využití při určování pančování vína přidávkem cukru (chaptalizace) (BIGWOOD *et al.*, 1998). Při zvyšování obsahu cukru přidáním exogenního cukru do moštu je poměr  $(D/H)_I$  v etanolu takto upraveného moštu lineárně

ovlivněn (HERMANN, 2003).  $(D/H)_I$  však nemůže odhalit chaptalizaci směsí  $C_3$ - a  $C_4$ -cukru jako řepný a třtinový cukr. V tomto případě je třeba dále použít poměr  $^{13}C/^{12}C$  (viz dále) (CHRISTOPH *et al.*, 2003).

#### **3.4.2.2 $(D/H)_{II}$ izotopový poměr etanolu**

Izotopový poměr  $(D/H)_{II}$  je poměr methylenové skupiny etanolu a ta je spojena s vodou ve víně s malým příspěvkem vazebného místa 4 molekuly glukózy (MARTIN *et al.*, 2003), takže  $(D/H)_{II}$  odráží klimatické podmínky spojené s geografickým původem a ročníkem sklizně (WACHTER *et al.*, 2009). Vzhledem k tomuto spojení s vodou (zhruba 75 %  $(D/H)_{II}$ ) jej lze také použít pro autentifikaci vody ve víně. Vnitromolekulární poměr obou  $(D/H)$  poměrů (tzv. R-hodnota) charakterizuje původ etanolu (CHRISTOPH *et al.*, 2003). Pokud nás ale zajímá pouze původ hroznů, je lepší používat pouze čistě  $(D/H)_{II}$  (JIANG *et al.*, 2015).

#### **3.4.2.3 $^{13}C/^{12}C$ izotopový poměr etanolu**

Poměr  $^{13}C/^{12}C$  je spojen s fotosyntetickými cestami biologické tvorby uhlovodíků.  $C_4$ -rostliny jako kukuřice a cukrová třtina používají PEP-karboxylázu a výsledkem je vyšší poměr  $^{13}C/^{12}C$  při porovnání  $C_3$ -rostlin jako je pšenice, cukrová řepa nebo réva vinná, které fixují  $CO_2$  přímo pomocí RuBP-karboxylázy. Použitím  $^{13}C$ -IRMS analýzy je možné odhalit malá množství  $C_4$ -cukrů či směsí  $C_3$ - a  $C_4$ -cukrů v moštu a následně etanol.  $^{13}C/^{12}C$  poměr je také ovlivněn geografickými a klimatickými podmínkami. (CHRISTOPH *et al.*, 2003; CHRISTOPH *et al.*, 2007)

Tento izotopový poměr je také ovlivněn používáním závlahy a částečně i odrůdy (GÓMEZ-ALONSO a GARCÍA-ROMERO, 2010).

Izotopový poměr  $^{13}C/^{12}C$  je vyšší u rostlin z rovníkové oblasti a klesá směrem k pólům. Dále je tento poměr také ovlivněn stářím rostliny, ročníkem, půdou a klimatickým regionem. (ADAMI *et al.*, 2010)

#### **3.4.2.4 $^{18}O/^{16}O$ izotopový poměr vody ve víně**

Poměr  $^{18}O/^{16}O$  je také ovlivněn geografickým poměrem. Vlivem evaporace vody v keřích a hroznech obohacení  $^{18}O$  probíhá po zaměkání. Toto vede k vyšším hodnotám  $\delta^{18}O$  než u podzemní vody, deště či vzdušné vlhkosti. Toto je také ovlivněno klimatem a specifický průběhem počasí, takže odráží geografický původ a také ročník sklizně. Vlivem těchto změn hodnoty  $\delta^{18}O$  lze využít pro detekci přídavku vody do vína. Střední hodnoty  $\delta^{18}O$  a  $(D/H)_{II}$  dobře korelují ( $r=0,962$ ), jelikož obě představují izotopovou

frakcionaci vody v hroznech. (HOLBACH *et al.*, 1996; CHRISTOPH *et al.*, 2003; CHRISTOPH *et al.*, 2007; WACHTER *et al.*, 2009)

Tento izotopový poměr je citlivý na klimatické podmínky (např. vyšší množství srážek či nízké teploty) zhruba jeden měsíc před sklizní a během několika dní může dojít k výrazným změnám. Je zde také nepřímý vliv odrůdy vzhledem k různým termínům sklizně pro dříve či naopak později dozrávající odrůdy a tím i různé klimatické podmínky během a před sklizní těchto odrůd. (ROßMANN *et al.*, 1999)

V chladných vlhkých oblastech, jako např. v Německu, je obohacení izotopy spojeno s převládajícími podmínkami 30 dní před sklizní. Relativní vlhkost posledního měsíce a atmosférický obsah  $\delta^{18}\text{O}$  jsou v tomto případě nejdůležitějšími faktory, teplota je méně důležitá. Většinou zde dochází k poklesu do 2.5 ‰ u  $\delta^{18}\text{O}$  před sklizní podle intenzity změn počasí. V teplejších a sušších oblastech je dostupnost vody hlavním faktorem ovlivňujícím  $\delta^{18}\text{O}$  a naopak dochází k obohacení  $\delta^{18}\text{O}$ . Rozdíly mezi odrůdami jsou velmi malé, nejpravděpodobněji jsou způsobeny různou citlivostí na nedostatek půdní vláhy, což může být zapříčiněno ale také půdními podmínkami. (SANTESTEBAN *et al.*, 2015)

Pokud je používána závlaha, je možnost využít tento izotopový poměr pro určení původu, ročníku či případného přídavku vody velmi omezena (GÓMEZ-ALONSO a GARCÍA-ROMERO, 2010).

#### **3.4.2.5 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ izotopový poměr etanolu**

Analýza izotopového poměru  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  etanolu po fermentaci a destilaci může zlepšit detekci přídavku vody v ovocných šťávách. Toto je založeno na vztahu mezi hodnotami  $\delta^{18}\text{O}$  vody v moštu před fermentací a obsahem etanolu ( $r=0,96$ ). Tuto analýzu lze provést dvěma různými technikami – IRMS ve spojení s elementárním analyzátozem s konverzí za vysoké teploty (TC/EA-IRMS) nebo plynné chromatografie s konverzí za vysoké teploty (GC-TC) IRMS v kombinaci s technikou SPME, ale druhá zmíněná se hůře kontroluje, takže TC/EA-IRMS se zdá být více spolehlivá (JAMIN *et al.*, 2003, in PERINI a CAMIN, 2013; PERINI a CAMIN, 2013).

#### **3.4.2.6 $(\text{D}/\text{H})_w$ izotopový poměr vody ve víně**

Poměr  $(\text{D}/\text{H})_w$  odráží zejména vodu původního moštu před fermentací a tím i environmentální podmínky během růstu rostliny. Vzhledem k původu methylenové skupiny je poměr  $(\text{D}/\text{H})_{\text{II}}$  spojen s  $(\text{D}/\text{H})_w$  vody ve víně. (MARTIN *et al.*, 2003)

Oproti izotopovým poměrům zmíněným dříve se tento v běžné praxi prakticky nepoužívá i z důvodu spojení s (D/H)<sub>II</sub>.

### 3.4.2.7 Další izotopové poměry

Izotopové poměry popsané v předcházejících kapitolách se běžně využívají při ověřování původu hroznů, přídatku cukru či vody. Výzkum se ale zaměřuje také na další izotopové poměry, které budou nyní krátce popsány.

Do izotopové analýzy také patří analýza izotopů <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr, resp. jejich poměru, který je spojen s geografickým původem, jelikož je charakteristický pro půdu, na níž réva roste a zároveň tento poměr zůstává i po příjmu Sr rostlinou zachován. Z důvodu interference jiného izotopu, a to <sup>87</sup>Rb, je nutné využívat speciální metodu **ICP/SF-MC-MS**. (BARBASTE *et al.*, 2002)

Izotopů Sr bylo využito např. při rozdělení vín z oblasti Quebec, kdy byla potvrzena silná závislost obsahu Sr ve víně na jeho obsahu v půdě a zjištěno, že vinifikace neovlivňuje tento izotopový poměr (VINCIGUERRA *et al.*, 2015).

Z ostatních prvků je v tomto směru nejvíce zkoumán N. Ukazuje se, že i  $\delta^{15}\text{N}$  může nést jisté informace o původu, jelikož na různých půdách byly vždy rozdílné hodnoty. Dále se zde ukazuje možnost ověřování, zda hrozny pocházejí z ekologického vinohradnictví nebo z konvenčního. Největším problémem je zde používání dusíkaté výživy při kvašení, která může znatelně změnit izotopový profil vína, proto je toto vhodné jen pro ověřování hroznů či moštů. (SANTESTEBAN *et al.*, 2014)

COETZEE *et al.* (2011) zkoumal  $\delta^{11}\text{B}$  a prokázal, že listy révy vinné zcela jasně odrážejí změny  $\delta^{11}\text{B}$  v růstovém mediu v hydroponických podmínkách. Toto může naznačovat vliv půdních podmínek jako je složení jílových částic či pH na  $\delta^{11}\text{B}$ , dále také přichází s myšlenkou vlivu podnože a odrůdy na  $\delta^{11}\text{B}$ , ale přiznává, že toto potřebuje další zkoumání ve větším měřítku.

I  $\delta^{34}\text{S}$  se stal předmětem nedávných výzkumů. HINCKLEY a MATSON (2011) jej zkoumali s ohledem na jeho změny v půdní vodě a jeho vsakování do půdy po aplikaci sirnatých postřiků, závlahy nebo po bouřkách. Podle jejich závěrů lze využívat změny v S a dynamice  $\delta^{34}\text{S}$  k sledování aplikované S a vody s ohledem na množství použité závlahy či po bouři. V literatuře zatím nejsou zmínky ohledně zkoumání hodnot  $\delta^{34}\text{S}$  v listech či bobulích. (SANTESTEBAN *et al.*, 2015)

### 3.4.3 Chromatografické techniky

Kapalinová a plynná chromatografie umožňuje separaci a identifikaci velkého množství molekul přítomných ve víně. **HPLC** (vysoce-účinná kapalinová chromatografie) je schopna detekovat sloučeniny jako jsou bílkoviny, aminokyseliny, fenolové látky a uhlovodíky, zatímco **GC** (plynná chromatografie) je vhodná pro analýzu těkavých a částečně těkavých sloučenin. (REID *et al.*, 2006)

Pomocí HPLC, která byla použita k analýze obsahu polyfenolů, bylo možné se skoro absolutní přesností určit původ vín z Kanárských ostrovů (RODRIGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). HPLC analýza prokázala rozdílné hodnoty *trans*- a *cis*-resveratrolu a *trans*- a *cis*-piceidu pro různé podoblasti a lokality v ČR a ukázalo se, že *trans*-resveratrol může sám či ve spojení se stanovením dalších látek od sebe rozlišit různé lokality (KUMŠTA *et al.*, 2012a). Jako další příklad lze uvést úspěšné rozdělení vín ze tří oblastí v Číně (SUN *et al.*, 2015). Obecně lze říci, že HPLC je nejčastěji využívána pro stanovení fenolových sloučenin (všech stanovitelných nebo jen vybraných), často ve spojení s technikami pro stanovení minerálních látek pro získání většího a různorodějšího spektra dat (ARVANITOYANNIS, 2010).

HPLC byla ale také využita pro stanovení vybraných biogenních aminů, které umožnily s 83–86% přesností určit původ španělských stolních vín (ROMERO *et al.*, 2002).

V současné době prožívá nástup UPLC (ultra-účinná kapalinová chromatografie). Oproti HPLC je hlavní výhodou rychlejší analýza a nižší spotřeba solventu. Pomocí této metody bylo možné odlišit čínská vína na základě obsahu organických kyselin a fenolových sloučenin do skupin dle odrůdy a původu (TANG *et al.*, 2015). Dále byla tato metoda použita při analýze burgundských vín (ROULLIER-GALL *et al.*, 2014) nebo také při zkoumání obsahu organických kyselin v jednotlivých bobulích pro monitorování postupného vyzrávání bobulí v rámci hroznů (HIGGINSON *et al.*, 2015).

### 3.4.4 FTICR–MS

Tato relativně mladá metoda byla použita v zajímavém experimentu, který provedl ROULLIER-GALL *et al.* (2014), kdy bylo možné jednoznačně od sebe odlišit jednotlivé vzorky dle ročníku i původu. Zajímavé je, že při měření vzorků ihned po alkoholické fermentaci bylo možné je jednoznačně rozlišit dle ročníku, nikoliv podle terroir. Při opakovaném měření po několika letech (3–5 podle ročníku daného vzorku) naopak převažoval vliv terroir a vliv ročníku byl již nevýrazný.

### 3.4.5 Senzorické hodnocení

Kromě chemických a fyzikálních metod představuje další možnost určování původu vína jeho sensorické hodnocení.

Výzkum v této oblasti se zaměřuje zejména na pečlivé školení degustátorů spojené s pokročilými statistickými metodami. Je nutné především sjednotit používané názvosloví, resp. určit synonyma. Jedním ze zjištění při zkoumání sensorického určování původu vín byla skutečnost, že je jednodušší správně zařadit kvalitní, prémiová vína, která lépe odrážejí svá terroir, než vína běžné či nižší kvality. Úspěšnost čistě sensorického určování původu vín se pohybovala pouze okolo 64 %. (MCCLOSKEY *et al.*, 1996; SIVERTSEN *et al.*, 1999; VILANOVA a VILARIÑO, 2006)

Při využití sensorické analýzy v rámci porovnávání vín z jedné viniční trati z míst s nízkým, resp. vysokým výnosem bylo zjištěno, že vína z míst s nižším výnosem byla ovocnější s větším podílem červeného ovoce a naopak vína z míst s vyšším výnosem byla méně ovocná a zelenější, i když vína z obou míst byla z hlediska kyselin hodnocena zhruba stejně. (BRAMLEY *et al.*, 2011)

Jako vhodná metoda se při porovnávání více lokalit či původu vína jeví využití aromagrafů, které použil např. VILANOVA a VILARIÑO (2006).

Ve spojitosti se sensorickým hodnocením a terroir se velmi často mluví o mineralitě. Problémem tohoto pojmu je to, že není přesně definováno, jaký sensorický vjem si pod tímto názvem představit, takže různí degustátoři hodnotí intenzitu minerality naprosto rozdílně. (BALLESTER *et al.*, 2013)

V rámci detailnějšího zkoumání terroir ve spojení s precizním zemědělstvím bylo také potvrzeno, že intenzita aroma je spojena s heterogenitou dané lokality, jak ukázali SCARLETT *et al.* (2014) při zkoumání proměnlivosti koncentrace rotundonu u odrůdy Shiraz, když dospěli k závěru, že koncentrace byla spojena s rozdílnými vlastnostmi půdy v jednom vinohradu.

### 3.5 Geografický původ vína a markery pro jeho zjišťování

Cílem všech metod uvedených předchozích kapitolách by mělo být kromě samotného odlišení vín dle geografického původu také nalezení takových látek v nich obsažených či jejich poměrů a kombinací, pomocí kterých lze více či méně přesně stanovit původ daného vína, resp. odlišit víno, které do dané lokality nepatří. Běžně se pro takovéto látky, resp. jejich poměry používá označení markery. Ideální marker je takový, který je univerzálně použitelný pro jakékoliv víno. Většinou se nejedná jen o jednu látku ale spíše soubor látek často z různých skupin sloučenin, které dohromady poskytují dostatečně přesnou informaci (v našem případě) o geografickém původu vína.

Porovnávání jednotlivých prací na toto téma ztěžuje skutečnost, že prakticky každý výzkumný tým pracoval s více či méně odlišnou skupinou látek, takže v některých případech mohly být jako určující označeny takové látky či jejich kombinace, které by při zahrnutí dalších nemusely mít již takový význam. Přesto lze často najít alespoň částečnou shodu ve výsledcích z různých výzkumů. Přehled navrhovaných markerů z různých prací přináší Tabulka 3-2 na další straně.

Jak je z tabulky patrné, při různých zkoumaných skupinách látek jsou různé látky označeny jako markery. Přesto lze najít markery, které se ve více případech opakují. Jsou to např.  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , kyselina kávová, Fe, B, Mg, Cu, katechin nebo epikatechin.



Tabulka 3-2 Přehled navrhovaných markerů podle lokality a autorů

Markery	Zkoumaný soubor látek	Zkoumaná lokalita	Autor
$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$	Pinto Bandeira, Vale dos Vinhedos, Nova Pádua (Br.)	(ADAMI <i>et al.</i> , 2010)
(D/H) <sub>II</sub> , $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$	(D/H) <sub>I</sub> , (D/H) <sub>II</sub> , R, $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$	XinJiang, NingXia, Shacheng, Changli, Jiaodong Peninsula (Čína)	(JIANG <i>et al.</i> , 2015)
Kys. jablečná, pyruvátová, vinná, hydroxysalicylová, vinná, epigalokatechin, kys. kávová, salicylová	13 fenolových kyselin, 5 flavan-3-olů, 12 flavonolů, a 11 org. kyselin	ShanDong, NingXia, XinJiang (Čína)	(TANG <i>et al.</i> , 2015)
kyselina syringová, kávová, ethylester kyseliny kumarové, katechin, epikatechin, trans-piceid, cis-resveratrol, tyrosol, D/H I, D/H II, $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{18}\text{O}$ , obsah B, Cu, Fe, Mg, Na	4 izotopové poměry, 14 fenolových kyselin, 9 ostatních fenolových látek, 9 prvků	Vinařská oblast Čechy a Morava (ČR)	(KUPSA, 2012)
Cu, Ni, Ca, Fe, B, Mg	25 prvků	Okanagan Valley (Kanada)	(GREENOUGH <i>et al.</i> , 1997)
Rb, Na, Mg, Sr	11 prvků	Kanárské ostrovy (Španělsko)	(FRIAS <i>et al.</i> , 2003)
Li, Fe	9 prvků	Galacia (Španělsko)	(PEÑA <i>et al.</i> , 1999)
D/H II, $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{18}\text{O}$	(D/H) <sub>I</sub> , (D/H) <sub>II</sub> , R, $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$	Pobřeží, Sava, Drava (Slovinsko)	(OGRINC <i>et al.</i> , 2001)
$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{18}\text{O}$	Evropa	(BRÉAS <i>et al.</i> , 1994)
Kys. gallová, kávová, tyrosol	15 fenolových sloučenin	Valdepeñas, Mancha, Rioja, Cariñena (Špan.)	(PEÑA-NIERA <i>et al.</i> , 2010)
Prokyanidin B1 a B2, katechin, antokyaniny, kys. kaftárová, epikatechin	19 fenolových sloučenin	Řecko	(MAKRIS <i>et al.</i> , 2006)
Katechin, epikatechin, protokatechuicaldehyd, kys. syringová a vanillová, kávová, quercitin,	15 polyfenolů	Kanárské ostrovy (Španělsko)	(RODRIGUEZ-DELGADO <i>et al.</i> , 2002)
Fe, Cu, obsah antokyaninů, obsah fenolů	5 prvků, 14 dalších parametrů	Ribera dle Duero, Rioja, Valdapeñas, La Mancha (Šp.)	(PÉREZ-MAGARIÑO <i>et al.</i> , 2004)
Fe, Li, Rb, deplhinidin, epikatechin	9 prvků, 16 těkavých sloučenin, 9 fenolových sloučenin	Galacia (Španělsko)	(REBOLO, <i>et al.</i> , 2000)
Trans-resveratrol	4 stilbeny	Vinařská oblast Čechy a Morava (ČR)	(KUMŠTA <i>et al.</i> , 2012a)
Kys. gallová, kávová, kaftárová, <i>p</i> -kumarová, ethylester kyseliny ferulové, ethylester kyseliny <i>p</i> -kumarové, katechin, epikatechin	20 fenolových sloučenin	Vinařská oblast Čechy a Morava (ČR)	(KUMŠTA <i>et al.</i> , 2012b)

## **4. METODIKA PRÁCE**

Pro tento výzkum byla vybrána čtyři stanoviště z viniční trati Velká Vendule vinařské obce Velké Žernoseky. Důvodem byly rozdílné geologické a pedologické podmínky, tedy mateční substrát, půdní druh a typ půdy, kdy např. matečními horninami jsou chloritická břidlice, alterovaná chloritická břidlice, opuka a pískovec. Tyto skutečnosti byly zjištěny při zpracovávání bližšího popisu žernoseckých vinic (KUPSA, 2010), které tato práce dále rozšiřuje.

### **4.1 Odběr vzorků půd**

Vzorky půd byly odebrány z míst výkopu půdních sond a také ze dvou dalších míst v rámci každého stanoviště. Přidání dalších dvou vzorků bylo zvoleno z toho důvodu, aby se snížila možnost toho, že místo dané půdní sondy je částí nějakého typu geologické či pedologické anomálie a také pro ověření homogenity daného stanoviště. Hloubka odběru byla zvolena zhruba 50 cm, aby byl alespoň částečně eliminován případný vliv možné kontaminace z povrchu a vliv humusového horizontu, který na sebe váže řadu prvků.

### **4.2 Agrotechnika**

Veškeré agrotechnické operace byly na všech stanovištích prováděny ve stejném termínu, intenzitě a způsobu provedení. Ve všech případech byla nejdříve porovnána všechna čtyři stanoviště a následně byla intenzita dané operace zvolena tak, aby výsledek byl na všech stanovištích stejný, tedy u bujněji rostoucích byla intenzita vyšší než i slaběji rostoucích, aby se minimalizovaly následné rozdíly.

### **4.3 Sběr hroznů a výroba vína**

Sběr hroznů byl prováděn ručně do plastových bedýnek, kdy z každého stanoviště (varianty pokusu) bylo získáno zhruba 100 kg hroznů. Hrozny byly vždy sbírány tak, že se začalo od místa výkopu půdní sondy a následně se od tohoto místa rovnoměrně pokračovalo v rámci řádků do obou stran. Pokud bylo místo výkopu sondy na okraji řádku, probíhal sběr od tohoto místa směrem do řádků, kdy ve všech případech se jednalo o tři vedle sebe umístěné řádky. Sběr probíhal na všech stanovištích ve stejný den.

Hrozny byly následně zpracovány na mlýnko-odzrňovači a rmut z každé varianty se nechal jednu hodinu naležet s přidáním  $10 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ SO}_2$ . Po jedné hodině naležení byl rmut vylisován na hydrolisu. Z každého vzorku byla jedna pětina moštu oddělena pro získání kontrolního vzorku. Mošt ze všech variant (1–4) i z kontrolního vzorku byl

následně ošetřen přídatkem 30 mg.l<sup>-1</sup> SO<sub>2</sub> a nechán samovolně odkalit po dobu 24 hodin. Po uplynutí této doby byl mošt stažen z hrubých kalů. Následně byly všechny rozděleny na čtyři stejné díly, a to 15 l, kdy dva díly byly ponechány pro spontánní kvašení a zbylé dva byly zakvašeny aktivními suchými vinnými kvasinkami (ASVK), konkrétně kmenem R-HST. Všechny varianty kvasily ve skleněných nádobách o objemu 20 l opatřených kvasnou zátkou. Během kvašení byly všechny vzorky pravidelně jedenkrát denně promíchány pro podporu kvašení, aby se snížila pravděpodobnost zastavení kvašení, což by mohlo následně mít vliv na obsah některých organických sloučenin vč. fenolových látek a také na následnou mikrobiologickou stabilitu vína

Po vykvašení bylo víno kvůli oddělení od hrubých kvasničných kalů přetočeno do 15 l nádoby za současného přídatku 30 mg.l<sup>-1</sup> SO<sub>2</sub>. Po následném oddělení jemných kalů bylo víno přetočeno do 10 l a 3 l nádoby za přídatku 10 mg.l<sup>-1</sup> SO<sub>2</sub>, kdy všechny tyto nádoby byly plné, aby se zabránilo nežádoucí oxidaci vzorků a možnému znehodnocení vína, zejména ve vztahu k fenolovým látkám, kdy některé z nich relativně snadno oxidují.

#### **4.4 Odběr vzorků moštu a vína**

Mošt z každé lokality byl odebrán při stahování moštu z hrubých kalů před kvašením, a to 250 ml na základní analýzu (cukernatost, titrovatelné kyseliny a pH).

Po vykvašení vína bylo při prvním přetáčení odebráno 100 ml vína na analýzu polyfenolů a při druhém přetáčení 500 ml vína na celkovou analýzu (alkohol, redukující cukry, oxid siřičitý, titrovatelné kyseliny, jednotlivé kyseliny, pH).

Vzorky pro základní a celkovou analýzu byly před vlastními analýzami uchovávány v lednici při 3 °C, vzorky pro analýzy polyfenolů byly uchovávány zmražené.

#### **4.5 Analýza vzorků půd**

Základní půdní rozbor byl proveden metodou Mehlich III, kdy bylo stanoveno pH, obsah P, K, Mg, Ca a Na. Dále byl stanoven obsah B podle metody BERGEA a TROUGA (1939) a dále Fe, Zn a Cu metodou DTPA-TEA podle LINDSAYE a NORWELLA (1978). Všechny rozборы byly provedeny v Zemědělské oblastní laboratoři, Staré Město, dne 14. 10. 2016.

#### **4.6 Základní analýza moštu a vína**

Základní analýza moštů i vína byla provedena v laboratoři Ústavu vinohradnictví a vinařství na Zahradnické fakultě v Lednici. V rámci této analýzy byly stanoveny

následující veličiny u moštů: cukernatost, pH, celkový obsah kyselin; u vína: obsah alkoholu, celkový obsah kyselin, pH, obsah kyseliny octové, jablečné, mléčné, vinné citronové, hustota, obsah fruktózy, glukózy, glycerolu a sacharózy. Rozbory vína byly provedeny na přístroji Alpha (Bruner) a dále běžnými laboratorními postupy.

#### 4.7 Analýza polyfenolů

Rozbory fenolových látek byly provedeny v laboratoři Ústavu vinohradnictví a vinařství na Zahradnické fakultě v Lednici.

Byly stanovovány následující fenolové látky: kyselina gallová, kyselina protocatechuová, kyselina 4-hydroxybenzoová, kyselina vanillová, kyselina syringová, kyselina kávová, kyselina kaftarová, ethylester kyseliny kávové, kyselina kumarová, kyselina koutarová, ethylester kyseliny kumarové, kyselina ferulová, kyselina fertarová, ethylester kyseliny ferulové, katechin, epikatechin, *trans*-resveratrol, *trans*-piceid (vázaný), *cis*-resveratrol, *cis*-piceid, *trans*-picaetanol a tyrosol.

Koncentrace jednotlivých fenolových sloučeniny byly stanoveny metodou přímé injektáže vzorku, jak je popsáno dále, metodu podrobně popsal KUMŠTA *et al.* (2012a).

Vzorky vín byly odstředěny při 3 000 g po dobu 6 minut a zředění v poměru 1:1 s 100 mM HClO<sub>4</sub>.

Samotné stanovení proběhlo na chromatografickém systému Shimadzu LC-10A (Shimadzu, Kyoto, Japonsko), které sestává ze dvou čerpadel LC-10ADvp (Shimadzu, Kyoto, Japonsko), kolonového termostatu s manuálním vstříkovacím ventilem, DAD detektoru SPD-M10Avp (Shimadzu, Kyoto, Japan) a PC na kterém běžel chromatografický software LC solution (Shimadzu, Kyoto, Japan). Chromatografická separace byla provedena na koloně Alltech Alltima C18 (3 μm, 3 x 150 mm, Grafe, Deerfield, USA) vybavené ochranou kolonou (3 x 7,5 mm ID) naplněnou stejným sorbentem. Teplota separací byla 60 °C. Mobilní fáze byly následující: A = 15 mM HClO<sub>4</sub> a B = 15 mM HClO<sub>4</sub>, 10% MeOH a 50% ACN.

Celková délka analýzy byla 43 minut a regenerační čas 4 minuty. Data byla zaznamenána v rozsahu vlnových délek 200–520 nm.

Detekční vlnové délky byly 200 nm pro (+)-katechin a (-)-epikatechin, 260 nm pro kyselinu vanillovou, protokatechuovou a *p*-benzoovou, 275 nm pro kyselinu gallovou a syringovou, 285 nm pro *cis*-piceid a *cis*-resveratrol, 310 nm pro kyselinu *p*-kumarovou a její deriváty, *trans*-piceid a *trans*-resveratrol, 325 nm pro kyselinu kávovou a jejích deriváty a kyselinu ferulovou a její deriváty.

Deriváty hydroxyskořicových kyselin byly kalibrovány na základní kyseliny, ze kterých jsou odvozeny.

#### 4.7.1 Reagenty a standardní roztoky

Acetonitril (ACN) a methanol (MeOH) byly v kategorii „HPLC supergradient purity“. (+)-katechin, (-)-epikatechin, kyseliny vanillová, protokatechuová, *p*-hydroxybenzoová, gallová, syringová, *p*-kumarová, kávová, ferulová, perchorová a dále *trans*-resveratrol a *trans*-piceid byly získány od Sigma-Aldrich (St- Louis, USA). Ostatní použité chemikálie byly alespoň v analytické čistotě a byly získány od místních dodavatelů (Lachema-Penta, Brno).

Základní standardní roztoky byly připraveny přesným odměřením zhruba 10 mg každého fenolu v 25 ml volumetrických baňkách. Standardy byly rozpuštěny v 10 ml acetonitrilu a doplněny na požadovaný objem destilovanou vodou.

*Cis*-resveratrol byl získán vystavením standardního roztoku *trans*-resveratrolu přímému UV záření po dobu 10 minut. Zdrojem UV záření byla fluorescentní trubice Philips Ultraviolet TUV 30W/G30 T (Philips, Rosemont, USA). Vzorek byl umístěn přímo pod trubicí v uzavřené křemíkové nádobce. Koncentrace *cis*-resveratrolu byla vyjádřena jako úbytek v koncentraci *trans*-resveratrolu (71% přeměna).

Estery hydroxyskořicových kyselin v ethanolu byly získány přímou esterifikací. Zhruba 100 mg každé kyseliny bylo rozpuštěno v 10 ml čistého ethanolu a 0,5 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bylo přidáno. Výsledná směs byla inkubována přes noc při 60 °C a následně byl opatrně přidán 5% NaHCO<sub>3</sub> do té doby, než došlo k zastavení vývoje plynu. Estery byly získány dvakrát opakovanou extrakcí s 5 ml diethyletheru. Extrakty byly vysušeny anhydridem MgSO<sub>4</sub> a následně došlo k evaporaci solventu v proudu dusíku.

#### 4.8 Analýza minerálních látek a izotopových poměrů

Rozbory na obsah minerálních látek a hodnoty izotopových poměrů byly provedeny ve spolupráci s Celně technickou laboratoří (CTL), Praha. Byly vybrány běžně používané izotopové poměry - (D/H)<sub>I</sub> a (D/H)<sub>II</sub>, <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, a <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O. Jedná se o izotopové poměry použité v celé řadě výzkumných prací, např. BRÉAS *et al.* (1994) a OGRINC *et al.* (2001). Stanovení prvků metodou ICP je také velmi běžné, avšak liší se soubor studovaných prvků. JAKUBOWSKI *et al.* (1999) použil tuto metodu pro výzkum lanthanoidů, kdežto BRESCIA *et al.* (2003) analyzoval více běžné prvky, jako je Al, Fe, Zn a další.

Seznam provedených zkoušek (rozborů) uvádí Tabulka 4-1. Tabulka 4-2 pak uvádí přehled stanovovaných veličin, resp. parametrů.

*Tabulka 4-1 Seznam provedených laboratorních zkoušek v CTL, Praha*

<b>Poř. číslo</b>	<b>Identifikace zkoušky/SOP</b>	<b>Revize SOP</b>	
1.	S08-001	D	Stanovení izotopového poměru D/H v organických látkách pomocí $^2\text{H}$ -NMR spektrometrie
2.	S08-003	D	Stanovení izotopového poměru $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ metodou EA - IRMS
3.	S08-006	A	Stanovení izotopového poměru $^2\text{H}/^1\text{H}$ a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ pomocí IRMS rovnovážnou metodou
4.	-	-	Stanovení prvků metodou ICP

*Tabulka 4-2 Stanovované parametry (veličiny) u zkoušek v CTL, Praha*

<b>Poř. číslo</b>	<b>Stanovený parametr (veličina)</b>	<b>Jednotka</b>
1.	izotopový poměr (D/H)I a izotopový poměr (D/H)II	ppm
2.	izotopový poměr $\delta^{13}\text{C}$	‰
3.	izotopový poměr $\delta^{18}\text{O}$	‰
4.	Obsah B, Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Zn, P, K	mg.l <sup>-1</sup>

#### **4.8.1 Stanovení izotopového poměru D/H pomocí $^2\text{H}$ -NMR spektrometrie**

Ke stanovení byla použita metoda MA-E-AS311-05-ENRRMN - Detecting enrichment of grape musts, concentrated grape musts, rectified concentrated grape musts and wines by application of nuclear magnetic resonance of deuterium, která byla publikována v Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Vol. 1 (O.I.V., 2008)

Ke stanovení byl použit NMR spektrometr AVANCE DPX 400 (Bruker) vybavený měničem vzorků – Automatic sample charger BACS-60 a duální sondou ( $2\text{H}/^1\text{H}/^{19}\text{F}$ ) 10 mm.

#### 4.8.2 Stanovení izotopového poměru $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ metodou EA – IRMS

Ke stanovení byla použita metoda MA-E-AS312-06-ETHANO – Determination of isotopic ratio of ethanol, publikovaná v Compendium of International Methods of Analysis – OIV, Vol. 1 (O.I.V., 2008).

Stanovení bylo provedeno na izotopovém hmotnostním spektrometru Delta Plus (Finnigan MAT), elementárním analyzátoru EA 1110 CHN (Fisons Instruments) s automatickým dávkovačem kapalných vzorků CTC-AS200S (Finnigan MAT). Oproti výše uvedené metodě bylo využito místo vkládání pomocí cínových kapslí nastříkávání ethanolu přímo do elementárního analyzátoru.

#### 4.8.3 Stanovení izotopového poměru $^2\text{H}/^1\text{H}$ a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ pomocí IRMS

Hodnota izotopového poměru  $^2\text{H}/^1\text{H}$ , resp.  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  vody byla stanovena z vodíku, resp. oxidu uhličitého získaného z teplotně řízené rovnováhy mezi molekulami vody ve vzorku a promývacího plynu pomocí zařízení GasBench. Kapalným vzorek pro měření izotopového poměru  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  se pomocí automatické pipety nadávkoval v objemu cca 500  $\mu\text{l}$  do vialky. Vialka se následně pevně uzavřela šroubovacím uzávěrem tak, aby došlo k viditelnému prohnutí septa. Uzavřená vialka byla vložena na vybrané místo v zásobníku automatického dávkovače. Vzorky ve vialkách byly propláchnuty proudem promývacího plynu (směs He a  $\text{CO}_2$ ). Po ustálení rovnováhy mezi molekulami plynu a molekulami vody byl tento plyn vytlačován proudem hélia pomocí automatického dávkovače do hlavního modulu GasBench, kde došlo k jeho vysušení (přes odstraňovač vody), rozdělení jednotlivých analytů – plynů (oddělení polárních látek jako ethanol, voda od  $\text{CO}_2$ ) a ty poté byly nadávkovány pomocí aktivního otevřeného děliče a přes směšovač plynů v režimu kontinuálního toku do izotopového hmotnostního spektrometru. Zde došlo k oddělení a kvantifikování jednotlivých množství  $\text{CO}_2$  o různém izotopovém složení (izotopomery o molekulové hmotnosti 44, 45 a 46). Ve stejné analýze by do izotopového hmotnostního spektrometru pomocí směšovače plynu rovněž nadávkován referenční plyn (lahev s kalibrovaným  $\text{CO}_2$ , tj. se známou hodnotou izotopového poměru  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ). Z naměřených hodnot byl v  $\delta$  stupnici vypočítán izotopový poměr  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  ( $\delta^{18}\text{O}$ ) a to pro srovnání s výsledky získanými pro referenční plyn.

Stanovení bylo provedeno na izotopovém hmotnostním spektrometru Delta Plus (Finnigan MAT) s hlavním modulem systému GasBench (Finnigan MAT) vybaveným

automatickým dávkovačem kapalných a plynných vzorků s termostatovaným zásobníkem pro 96 vialek GC-PAL (CTC Analytics AG).

#### 4.8.4 Stanovení prvků metodou ICP

K analýze byl použit destilační zbytek po oddestilování ethanolu získaného při provádění NMR spektrometrie. 10 ml destilačního zbytku vzorku bylo zmineralizováno s 5 ml koncentrované kyseliny dusičné Suprapur (Merck) v mikrovlnném rozkladném zařízení Milestone Ethos plus při 160 °C. Po doplnění na 50 ml deionizovanou vodou a promíchání byly prvky stanoveny na ICP spektrometru Iris Intrepide XPS-Duo, který byl kalibrován CRM CZ9090 (Analytika), roztokem chloridu připraveném z NaCl p.a. Z důvodu interferencí při stanovení Ca a K bylo provedeno stanovení těchto prvků v roztocích, které byly ještě 10x zředěny. Ke kalibraci spektrometru pro tyto prvky byl použit CRM CZ9097. Výsledky byly přepočteny z ředění roztoků a z hmotnostních bilancí destilací na mg prvků v litru vína. Tuto metodu blíže popisuje SCHLEISER (2009).

### 4.9 Senzorické hodnocení

Každý ročník byl vždy v květnu následujícího roku předběžně zhodnocen pomocí 100bodové stupnice O.I.V. pěti degustátory s platnými senzorickými zkouškami 2. stupně. Jako nultý vzorek bylo vždy použita zakvašená kontrola. Nultý vzorek byl hodnocen společně a poté již každý degustátor hodnotil samostatně.

Podrobné senzorické hodnocení bylo provedeno u všech vzorků najednou ve dvou termínech, a to 9. 3. 2015 a 11. 5. 2015 na Ústavu vinohradnictví a vinařství, ZF Lednice. V tomto případě byla použita 100bodová stupnice podle Parkera pro zhodnocení celkového dojmu a dále podrobná analýza vůně a chuti, kde byly hodnoceny senzorické deskriptory označené jako citrusy, jablko, hruška, broskev, květinové aroma, zelené/travnaté tóny, TDN/petrolej, reduktivní/sírné, křídové/vápenaté, mineralita, svěží/atraktivní, kyselost, kdy každý z nich bylo možné hodnotit na stupnici 0–10, kdy 0 znamenalo bez daného vjemu, a 10 byla maximální možná intenzita, kdy tento vjem výrazně převládal nad ostatními. Opět byl nultý vzorek v podobě zakvašeného kontrolního vzorku hodnocen společně a následující vždy hodnotil každý degustátor sám. U každého vzorku byla možnost napsat doplňující poznámku u obou hodnocení. Výše uvedené senzorické charakteristiky byly vybrány jako kombinace použitých skupin senzorických deskriptorů z několika zdrojů zabývajících se senzorickým hodnocením autenticity vín v kombinaci s odrůdou Ryzlink rýnský. DOUGLAS *et al.* (2001) uvádějí



u této odrůdy následující sensorické deskriptory: ananas, meloun, grep, citron/limetka, jablko, broskve/meruňky, růže/květinové aroma, med, petrolej, minerální/křída, kyselost, sladkost. FISHER *et al.* (1999) pak zmiňují maracuju, grep, citrusy, jablko, hrušku, květinové aroma, travnaté/zelené aroma, umělé ovoce/bonbony, oříškové a lékořici. HEYMANN *et al.* (2014) oproti tomu volí broskev, citron, peckové ovoce, jablko, květinové aroma, med a sladkost jako sensorické deskriptory Ryzlinku rýnského.

U minerality vzhledem k nejednotné definici tohoto pojmu byl před zahájením hodnocení podán popis toho, co si je třeba pro potřeby této práce pod tímto pojmem představit a bylo anonymně ochutnáno jedno z testovaných vín, na kterém byl tento sensorický vjem ukázán a zhodnocen.

Tabulky pro všechna výše uvedená hodnocení uvádí Příloha 1 – Tabulky pro sensorické hodnocení.

Výsledky byly pak převedeny na aromagrafy (papřkové grafy), které se pro popis sensorických vlastností vín ukazují jako vhodnější než tabulky či klasické grafy, viz např. VILANOVA a VILARIÑO (2006).

#### **4.10 Statistické zpracování dat**

Statistické zpracování dat proběhlo v aplikaci STATISTICA Cz, verze 12 (StatSoft). Jako hlavní analýza pro tuto dizertační práci byla vybrána kanonická diskriminační analýza, jelikož se jedná o nejčastěji využívanou metodu pro rozlišení vín na základě geografického původu, současně poskytla nejlepší výsledky v dřívějších výzkumech.

V programu STATISTICA Cz byla provedena diskriminační analýza zvláště pro prvky, izotopy a fenolové látky. Analýza fenolových látek byla z důvodu velkého počtu stanovených látek rozdělena na dvě. Všechny analýzy byly provedeny pomocí výchozího nastavení aplikace STATISTICA Cz. Nejdříve byla provedena diskriminační analýza a následně z jejích výsledků analýza kanonická. Poté byly vybrány nejvýznamnější proměnné ze všech těchto jednotlivých skupin a byla provedena další analýza vybraných proměnných. Z výsledných kanonických skóre byl u každé analýzy získán 2D graf pro zobrazení hodnot prvních dvou kořenů.

Nejvýznamnější proměnné z jednotlivých skupin byly také porovnány s proměnnými, které byly označeny jako významné v předchozích výzkumech na toto téma a byla provedena diskriminační a kanonická analýza i za pomoci těchto proměnných a výsledky byly porovnány.

## **5. VÝSLEDKY**

### **5.1 Klimatická charakteristika lokality**

Ještě před vlastními výsledky této dizertační práce by bylo vhodné uvést základní charakteristiku části žernoseckých vinic. Velké Žernoseky patří na samý okraj lokalit, kde ještě lze pěstovat révu vinnou. Podle dřívějších výsledků (KUPSA, 2010) vycházejících z měření z let 1987–1998 leží na samém okraji vinohradnictví v chladném klimatu s průměrnou teplotou 9,24 °C, sumou efektivních teplot 1097,8 DS, průměrnou lednovou teplotou 0,18 °C, délkou bezmrazého období 180,92 dní, průměrnou červencovou teplotou 19,3 °C, helietermickým indexem 1670, indexem chladných nocí 8,92 °C a indexem sucha 153 mm a průměrným úhrnem srážek 475,6 mm.

### **5.2 Geologické a pedologické vlastnosti jednotlivých stanovišť**

#### **5.2.1 Geologická a pedologická charakteristika lokality Velké Žernoseky**

Velké Žernoseky leží v jihovýchodním okraji přírodní oblasti zvané České středohoří, resp. v části zvané Litoměřické středohoří, které dále k východu navazuje na oblast Polabí. Na geologické stavbě se podílely téměř všechny typy hornin a druhy horotvorných procesů.

Z předkvartérních hornin metamorfovaných jsou zastoupeny ruly, svory a fylity, které sem pronikají z levého břehu Labe a jsou nejčastěji ve zvětralém stavu. Dále se zde mohou vyskytovat tufitické břidlice. Komplex břidlic tektonickým zlomem souvisí s křídovými usazeninami, které zastupují slepence, pískovce, slíny s vložkami slínovců (označované také jako opuky) a vápenců.

Kvartérní horniny jsou podél toku řeky Labe vyvinuty ve formě šterkopískových teras, ve vyšších polohách překrývají podložní horniny spraše. Působením zvětrávacích procesů a dalších vnějších činitelů se na povrchu vytváří eluvium s vlastnostmi písčitých hlín. (KUPSA, 2010)

V rámci půdních sond provedených v roce 2009 bylo zjištěno, že mateční horniny ve viničních tratích Kostelní, Mariánská, Malá Vendule a Velká Vendule lze rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny patří pískovce a slínovce (opuky), do druhé pak fylitické (chloritické) břidlice, buď s křídami křemene nebo alterované (zjílovatělé). (KUPSA, 2010)

Co se týče půdních typů, tak velká část výše uvedených viničních tratí byla poznamenána terasováním, takže důležité je, jak moc byl původní půdní typ tímto

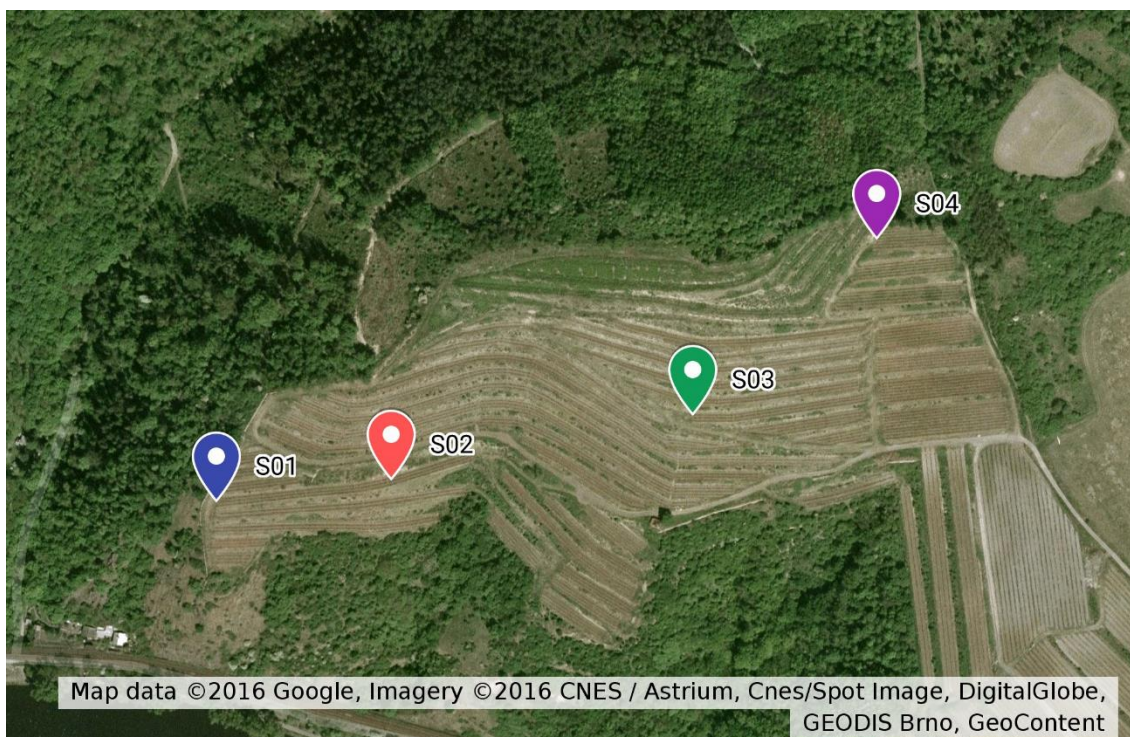
pozměněn. U stanovišť, kterými se zabývá tato práce, došlo prakticky jen k změně mocnosti svrchního horizontu nebo je původní půdní typ zcela zachovalý a jen poznamenán kultivací humusového horizontu. Obecně lze říci, že nejčastěji se jedná o pararendziny hnědé, hnědé půdy a kambizemě; půdy výrazně pozměněné terasováním řadíme mezi antrozemě. (KUPSA, 2010)

Hloubka půdy je v rámci výše uvedených teras velmi rozmanitá, od půd mělkých s půdním profilem cca 60 cm až po půdy hluboké s hloubkou větší než 2 m. Skeletovitost půd je zde vysoká, v průměru dosahuje 22 %. pH půd je zde také vyšší (7,17–8,7), což koresponduje s přítomností bazického podloží, tedy slínovců, nižší pH z uvedeného rozsahu představují půdy na metamorfických horninách. (KUPSA, 2010)

### **5.2.2 Detailní popis jednotlivých stanovišť**

V následujících podkapitolách jsou uvedeny vlastnosti jednotlivých pokusných stanovišť z viniční trati Velká Vendule, jako názvy jednotlivých stanovišť jsou uvedeny historicky používané názvy a dále také mateční hornina, která je pro přehlednost uvedena ve všech grafech místo prostého označení stanoviště. Základem zde byly výsledky dřívější práce (KUPSA, 2010), které byly v případě potřeby doplněny, zejména u stanoviště S04. Kompletní popis půdních sond obsahuje Příloha 2 – Popis půdních sond, jejich fotografie pak Příloha 5 – Fotografie půdních sond.

Rozmístění sond v rámci viniční trati ukazuje Obrázek 5-1.



Obrázek 5-1 Rozmístění stanovišť ve viniční trati Velká Vendule, Kupsa 2016

#### 5.2.2.1 *Stříbrná (S01, chloritická břidlice)*

Podložní horninou je zde břidličnaté (seritické) podloží s žilami křemene a je zde patrný jílovitý rozpad slíd. Půdní typ je pararendzina hnědá, mocnost svrchního horizontu byla pozměněna terasováním. Celková mocnost půdního profilu (bez horizontu C) je 60–80 cm. Humusový horizont A má mocnost 30 cm, horizont Bv až B/C 50 cm, v hloubce 80 cm je již mateční hornina C. (POKORNÝ, 2009; KUPSA, 2010)

#### 5.2.2.2 *Velká Stráň (S02, alterovaná chloritická břidlice)*

Mateční hornina je stejného původu jako u S01, ale je alterovaná neboli zjílovatělá. Půdní typ je stejně jako u prvního stanoviště pararendzina hnědá, opět s pozměněnou mocností svrchního horizontu, ale oproti S01 je celková mocnost profilu 110–130 cm. Humusový horizont A má mocnost 15 cm, horizont B/V 30 cm, B/C 55 cm, v hloubce 110 cm je již patrná mateční hornina C. (POKORNÝ, 2009; KUPSA, 2010)

#### 5.2.2.3 *Nad boudou (S03, opuka)*

Tato lokalita představuje typického zástupce pro místní vinice, jelikož mateční horninou je vápnlitý slínovec, v Čechách označovaný také jako opuka. Půdní typ představuje hnědá půda, mocnost svrchního horizontu byla opět pozměněna terasováním

a celková mocnost půdního profilu dosahuje 110–130 cm. Humusový horizont A má mocnost 25 cm, horizont Bv 45 cm, horizont B/C 60 cm, v hloubce 130 cm je již mateční hornina C. (POKORNÝ, 2009; KUPSA, 2010)

#### **5.2.2.4 Baumová (S04, pískovec)**

Mateční horninou je v tomto případě jemnozrnný pískovec s vápnitým tmelem. Půdním typem je regozem arenická. Mocnost humusového horizontu A je 10 cm, pak již přechází v horizont B/C s výrazným podílem písčitých částic, hlouběji již jde prakticky o čistý písek a celkovou mocností minimálně 210 cm. Tento horizont lze ještě rozdělit na vrchní vrstvu 20 cm s hnědší barvou, střední část s mocností 150 cm prakticky čistého písku bez skeletu a spodní vrstvou od hloubky 205 cm s cca 10 % skeletu, který je písčitojílovitý. Celková mocnost je větší než 220 cm. S hloubkou půdního profilu stoupá hodnota pH, od hodnot 7,6, až po 8,51 v nejspodnějším horizontu. (POKORNÝ, 2016)

### 5.2.3 Výsledky rozborů půdních vzorků

Výsledky provedených půdních rozborů shrnuje Tabulka 5-1. Celkově jsou zde patrné výrazné rozdíly v obsahu prvků. Nejvýraznější je to u Ca, který je jasně nejvyšší u stanoviště S04. Ca zde způsobuje i výrazně nižší naměřený obsah P, vysoký obsah Ca u této metody stanovení totiž způsobuje nižší naměřené hodnoty P. Stanoviště S03 a S04 mají výrazně nižší obsah Fe. Celkově výsledky půdních rozborů ukazují na odlišnosti stanovišť z tohoto pohledu a dávají tedy předpoklad i pro rozdílný obsah prvků ve vínech.

Tabulka 5-1 pH a obsah vybraných prvků z jednotlivých stanovišť (v mg.kg<sup>-1</sup>)

Stanoviště	pH	P	K	Mg	Ca	Na	B	Fe	Zn	Cu
S01	7,6	104	184	140	9 157	101	0,81	10,6	2,2	34,2
S02	7,1	119	187	194	2 648	52	1,29	14,3	2,0	3,7
S03	7,6	93	183	143	6 525	62	0,62	5,8	1,3	24,6
S04	7,7	18	146	172	19 651	158	0,67	6,6	0,8	14,2

### 5.3 Výsledky základní analýzy moštů a vín

V rámci základní analýzy moštů byly stanoveny titrovatelné kyseliny, hodnota pH a cukernatost v °NM, výsledky zobrazuje Tabulka 5-2. Je patrné, že rozdíly mezi jednotlivými stanovišti jsou spíše náhodné a neopakují se v jiných ročnících. Vliv ročníku na tyto parametry je také z této tabulky zřejmý a je tedy větší, než je vliv stanoviště.

Tabulka 5-2 Základní analýza moštů

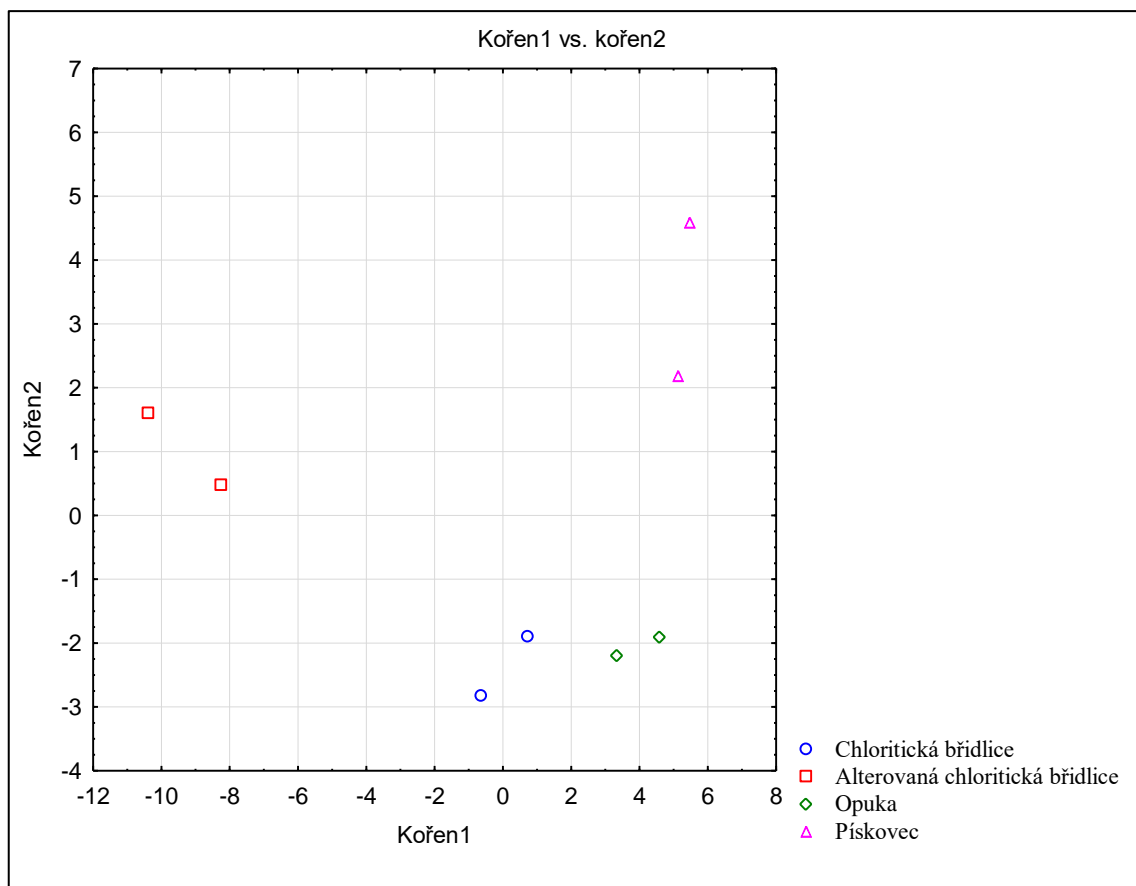
Stanoviště /ročník	titrovatelné kyseliny g.l <sup>-1</sup>	pH	cukernatost °NM
S01 2012	9,4	2,98	19,9
S02 2012	9,8	3,02	19,8
S03 2012	9,8	3,09	20,9
S04 2012	9,7	3,00	19,9
S01 2013	12,0	2,89	17,9
S02 2013	11,0	2,85	18,5
S03 2013	11,9	3,05	18,5
S04 2013	13,0	2,99	16,4
S01 2014	11,4	3,15	18,1
S02 2014	10,6	3,16	19,5
S03 2014	11,3	3,12	18,5
S04 2014	11,0	3,24	18,9

Základní analýza vína byla provedena na přístroji Alpha (Bruner). Vzhledem k objemu získaných dat, nejsou tabulky základní analýzy vín přímo v textu, ale v rámci příloh jsou uvedeny jako Tabulka 10-5, kterou obsahuje Příloha 3 – Základní analýza vín. Výsledky ukazují jasný rozdíl mezi víny zakvašenými pomocí ASVK a víny kvašenými spontánně. U vín spontánních je obecně vyšší obsah zbytkového cukru, a tedy i glukosy a fruktosy a současně nižší obsah alkoholu. Obsah organických kyselin se ukazuje výrazně závislý na ročníku, zejména u vín z ročníku 2013, kde je obsah kyseliny jablečné výrazně vyšší než v jiných letech. Obsah kyseliny vinné je překvapivě nejvyšší u ročníku 2012.

Jelikož byly v rámci rozborů u CTL, Praha (viz Příloha 4 – Chemické analýzy vína provedené v CTL, Praha) získány v rámci dat mj. i hodnoty obsahu kyseliny vinné, jablečné, glycerolu a ethanolu, bylo zajímavé provést porovnání získaných hodnot. Při prostém porovnání hodnot se ukazuje, že přístroj Alpha naměřil ve většině případů o něco vyšší hodnoty, ale rozdíly nebyly zásadní. Průměrný rozdíl naměřených hodnot byl 0,13 obj. % u obsahu alkoholu, 0,15 g.l<sup>-1</sup>, 0,7 g.l<sup>-1</sup> a 1,23 g.l<sup>-1</sup> u obsahu kyseliny jablečné, vinné, resp. glycerolu. U kyseliny vinné při vynechání dat z prvního ročníku byl pak průměrný rozdíl jen 0,28 g.l<sup>-1</sup>.

#### **5.4 Výsledky chemické analýzy izotopových poměrů**

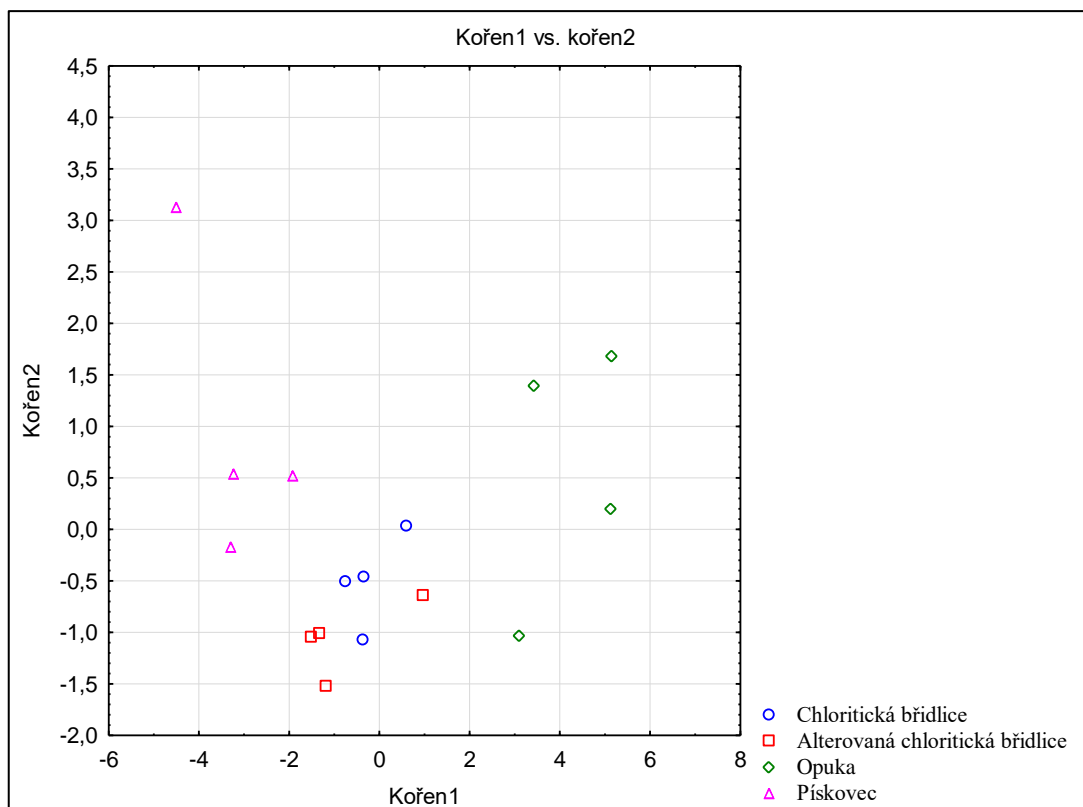
Izotopové poměry byly zkoumány u jednotlivých ročníků i u jejich kombinací. V případě jednotlivých ročníků bylo vždy určeno správně 100 % vzorků, jako příklad je uveden Graf 5-1. U ročníku 2013 byly pro kořen 1 v pozitivním smyslu určující izotopové poměry (D/H)<sub>I</sub> a (D/H)<sub>II</sub> a v negativním  $\delta^{13}\text{C}$  a  $\delta^{18}\text{O}$  a představoval 84,4 % celkového rozptylu a pro kořen 2 v pozitivním smyslu zejména  $\delta^{13}\text{C}$  a 14,4 % celkového rozptylu. Vzorky z alterované chloritické břidlice byly tedy charakteristické vyšší hodnotou  $\delta^{13}\text{C}$  a  $\delta^{18}\text{O}$  zatímco vzorky z pískovce oproti ostatním vzorkům vyšší hodnotou  $\delta^{13}\text{C}$  spolu s (D/H)<sub>I</sub>.



Graf 5-1 Kanonická diskriminační analýza pro izotopy u ročníku 2013

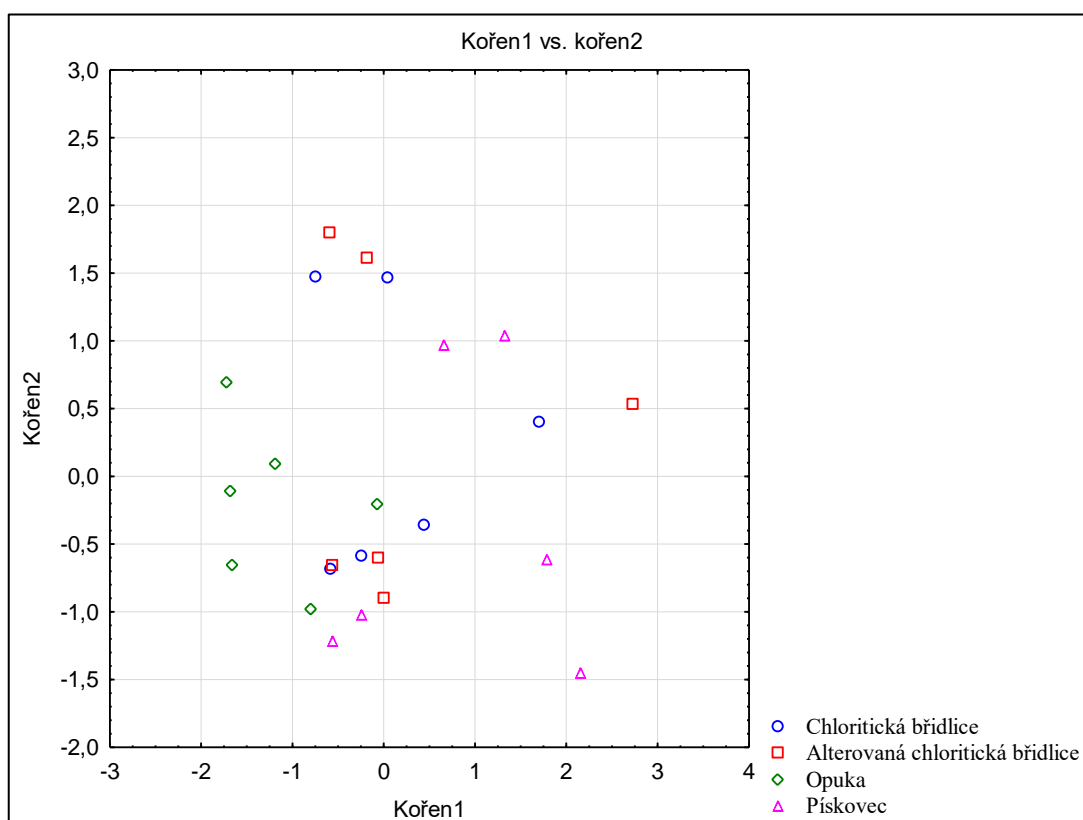
Při kombinaci dvou ročníků byla úspěšnost různá. Kombinace ročníků 2012 a 2013 přinesla úspěšnost 68,75 %, 2013 a 2014 81,25 % a 2012 a 2014 87,5 % (Graf 5-2). U poslední zmíněné kombinace byl pro kořen 1 v pozitivním smyslu určující  $(D/H)_I$  a v negativním  $(D/H)_{II}$ , pro kořen 2 pak v pozitivním smyslu  $\delta^{18}O$  a negativním zejména  $(D/H)_{II}$ .





Graf 5-2 Kanonická diskriminační analýzy pro izotopy u ročníků 2012 a 2014

Kombinace všech tří ročníků přinesla úspěšnost jen 41,66 %, viz Graf 5-3. V tomto případě kořen 1 pozitivně koreloval s  $\delta^{13}\text{C}$ , negativně s  $\delta^{18}\text{O}$  a kořen 2 pozitivně s  $(\text{D}/\text{H})_{\text{II}}$ .



Graf 5-3 Kanonická diskriminační analýza pro izotopy u ročníků 2012 až 2014

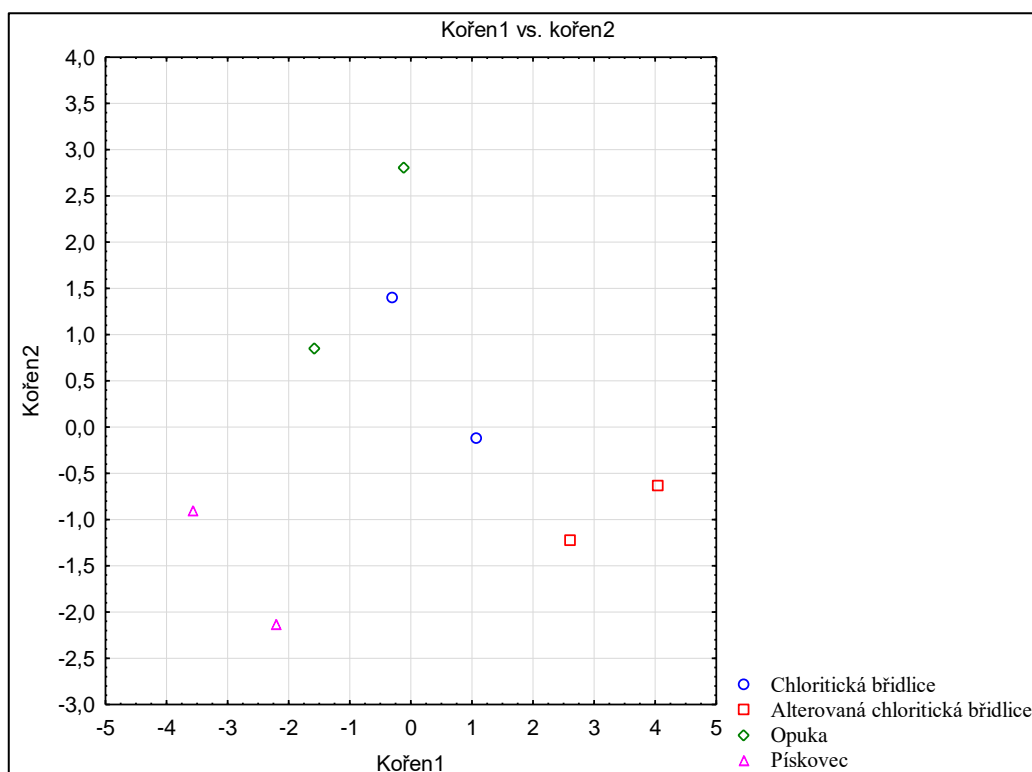
Při klasifikaci vzorků dle ročníků bylo v případě kombinací dvou ročníků dosaženo ve dvou případech 100 % rozdělení (2012+2013 a 2012+2014) a v případě kombinace 2013+2014 81,25 %. V případě kombinace všech tří ročníků bylo dosaženo 100% rozdělení všech vzorků (grafy neuvedeny). V tomto případě byl pro kořen 1 určující zejména  $\delta^{13}\text{C}$  a pro kořen 2 (D/H)<sub>II</sub>.

Jak je tedy z výsledků patrné, rozdělení podle lokalit je v rámci jednoho ročníků stoprocentní, ale s přibývajícím počtem ročníků schopnost správného určení klesá až na 41,66 %. Naopak v případě zjišťování ročníků schopnost rozdělení je ve většině případů úplná a ukazuje na ovlivnění hodnot izotopových poměrů průběhem počasí daného ročníku.

## 5.5 Výsledky stanovení obsahu prvků

Prvky byly pro analýzu rozděleny do dvou skupin, jelikož společná analýza nebyla možná z důvodu chybového hlášení „Minimální tolerance je menší než určená mez“. První skupina obsahovala prvky B, Ca, Cu a K (dále jako „prvky I“), druhá Mg, Na, P, Zn (dále jako „prvky II“).

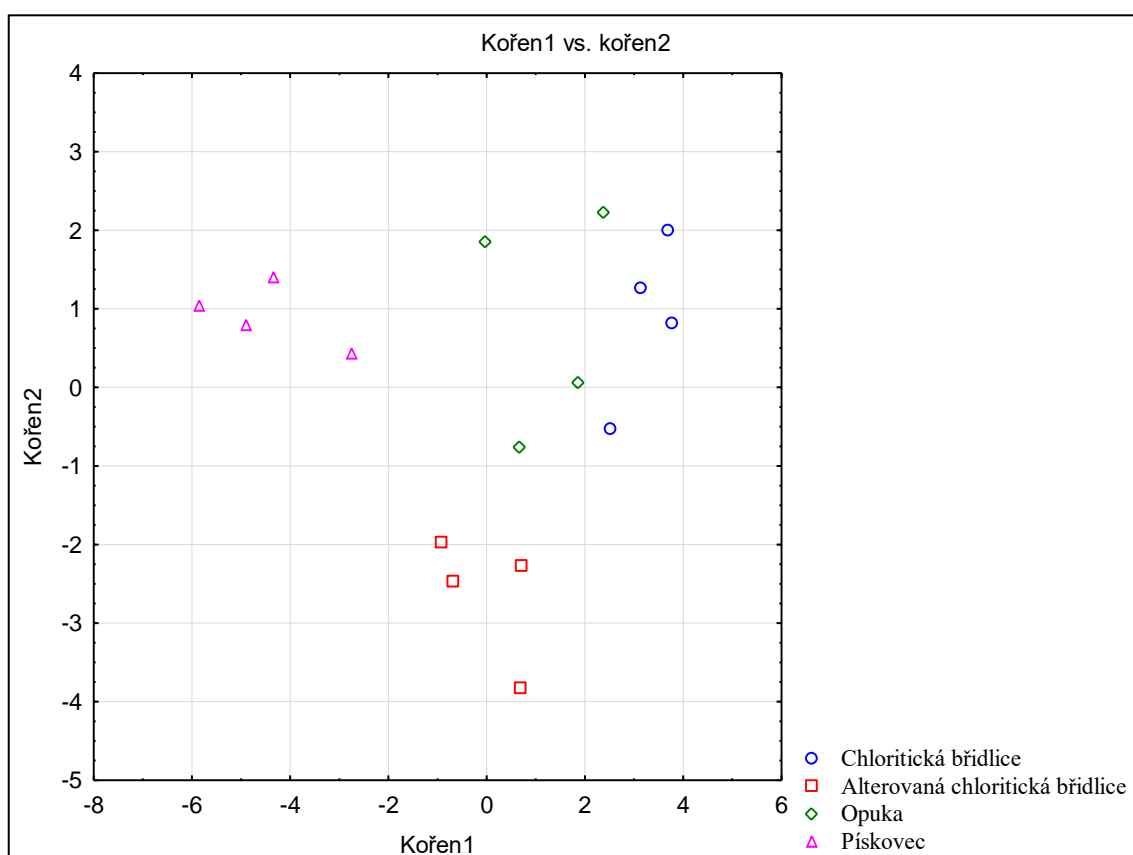
V případě jednotlivých ročníků bylo u obou dvou skupin vždy dosaženo 100% rozdělení podle lokality s výjimkou prvků I u ročníku 2014, kde byl jeden vzorek špatně označen a úspěšnost byla 87,5 % (Graf 5-4).



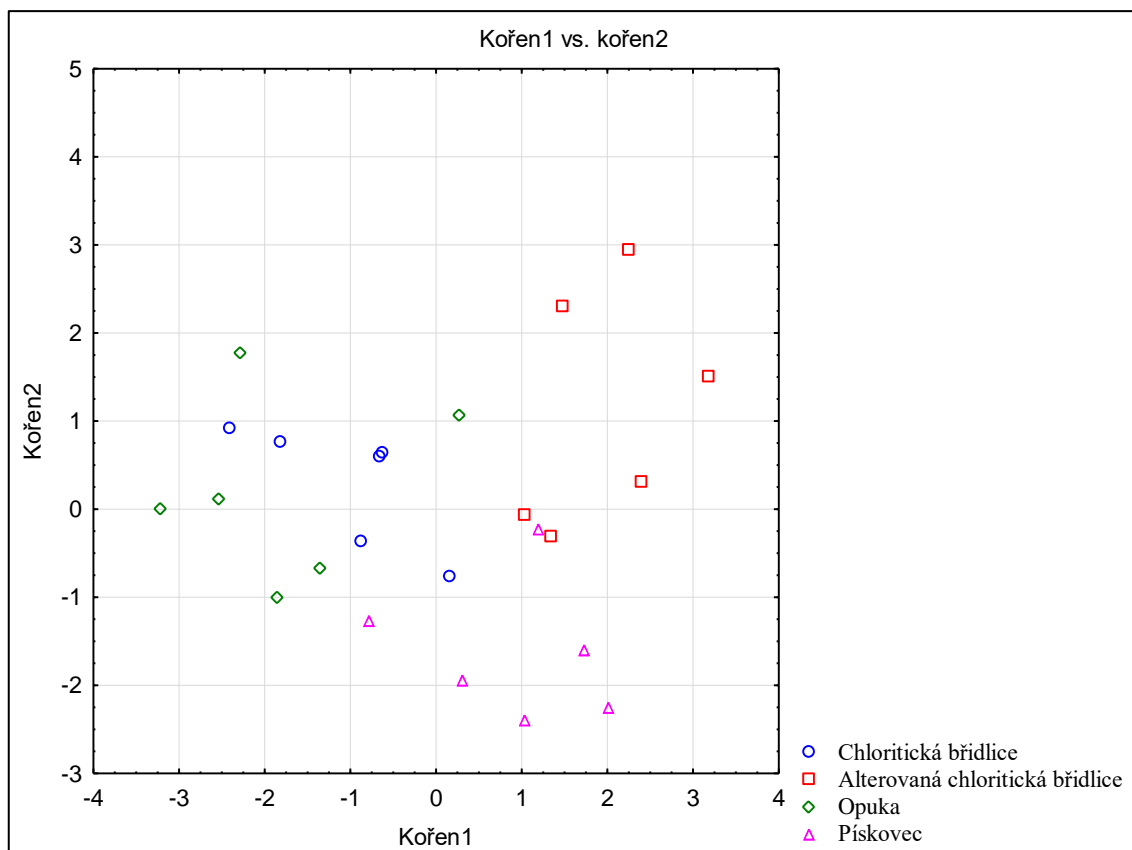
Graf 5-4 Kanonická diskriminační analýza pro prvky I u ročníku 2014

U kombinací dvou ročníků bylo možné provést již společnou analýzu prvků a úspěšnost se pohybovala od 81,25 % (ročníky 2012+2014) před 87,5 % (ročníky 2012+2013, Graf 5-5) do 100 % (ročníky 2013-2014). V případě kombinace ročníků 2012+2013 je kořen 1 charakterizován pozitivní korelací k obsahu B a K a negativní k obsahu P a Cu. Kořen 2 pak pozitivně koreluje s B a P a negativně s Na a Ca. Jako nejvýznamnější pak lineární analýza označila B a P.

Spojení vzorků ze všech tří ročníků přineslo úspěšnost 79,16 % (Graf 5-6 na další straně). Opět jako nejvýznamnější jsou označeny prvky B a P, kořen 1 pozitivně koreluje s P a Ca a negativně s B, kořen 2 pak pozitivně koreluje s Mg a K a negativně s P a Ca.



Graf 5-5 Kanonická diskriminační analýza pro prvky u ročníků 2012 a 2013

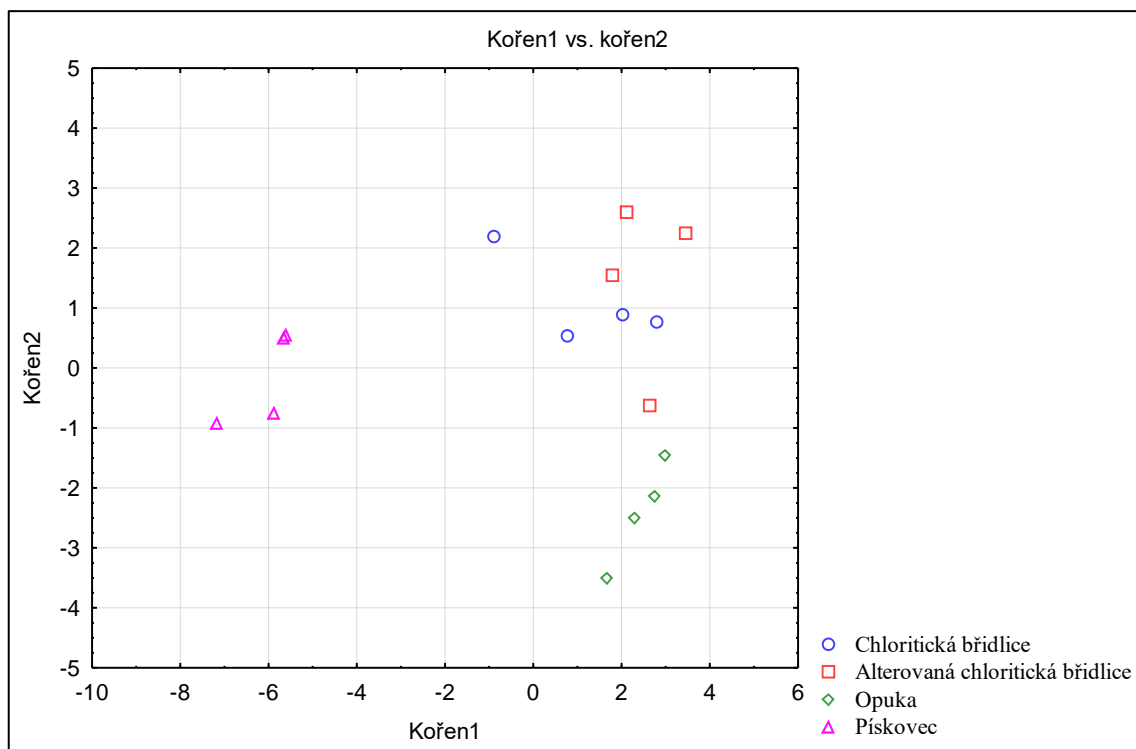


Graf 5-6 Kanonická diskriminační analýza pro prvky u všech ročníků

## 5.6 Výsledky stanovení fenolových sloučenin pomocí HPLC

Pro účely statistické analýzy byly fenolové látky rozděleny do dvou skupin, a to na fenolové kyseliny a jejich estery (dále jako „fenoly I“) a druhou skupinu tvořil katechin, epikatechin, trans-resveratrol-lin, trans-piceid, cis-resveratrol, cis-piceid, trans-piceatannol a tyrosol (dále jako „fenoly II“).

Data z jednotlivých ročníků nebylo možné samostatně zpracovat, vždy se při zpracování zobrazilo chybové hlášení „Minimální tolerance je menší než určená mez“. Při kombinaci dat z více ročníků již bylo možné získat výsledky při určování stanoviště z kombinace ročníků 2012 a 2014 u skupiny fenoly II, jak ukazuje Graf 5-7. V tomto případě bylo správně určeno 15 vzorků z 16, tedy 93,75 %. Jako nejdůležitější pro kořen 1 byla v pozitivním smyslu označen epikatechin a v negativním cis-piceid a tyrosol, pro kořen 2 pak v pozitivním trans-piceatannol a tyrosol a v negativním trans-piceid a epikatechin. Žádná ze zkoumaných látek nebyla pro tuto analýzu označena jako významná.

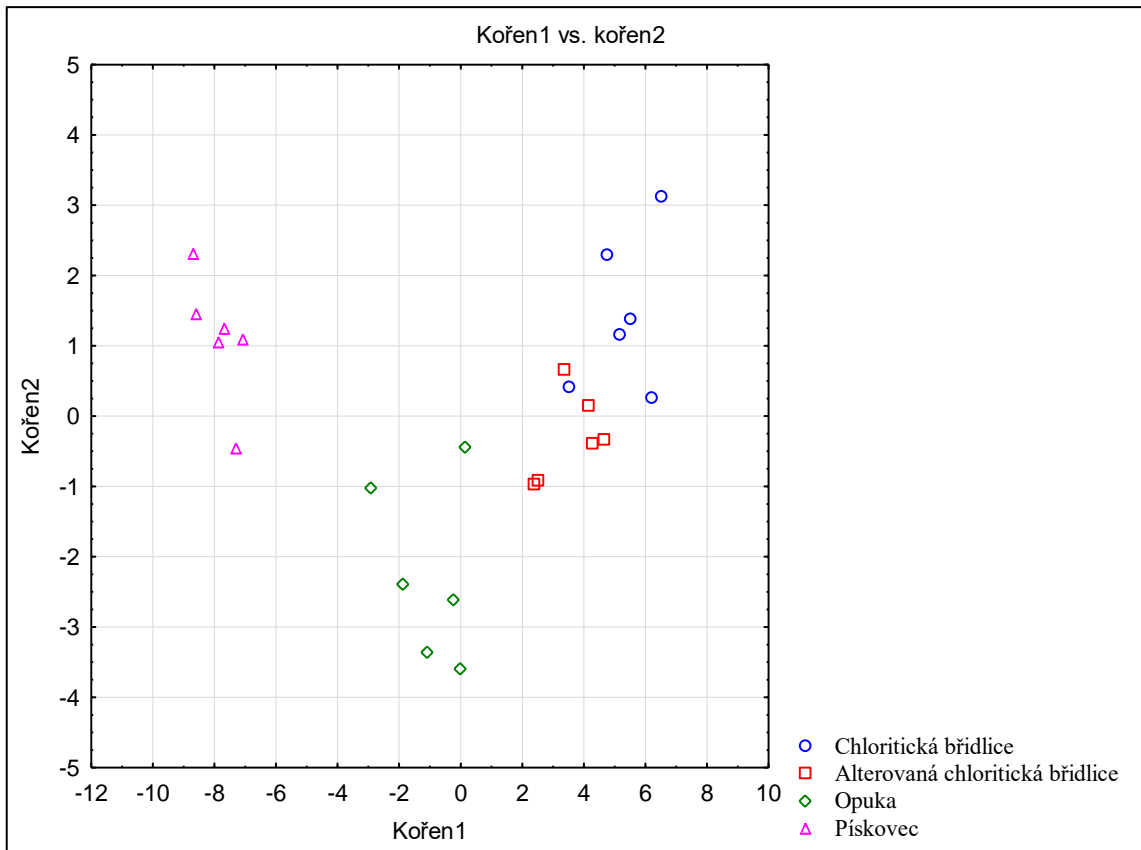


Graf 5-7 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly II u ročníků 2012 a 2014

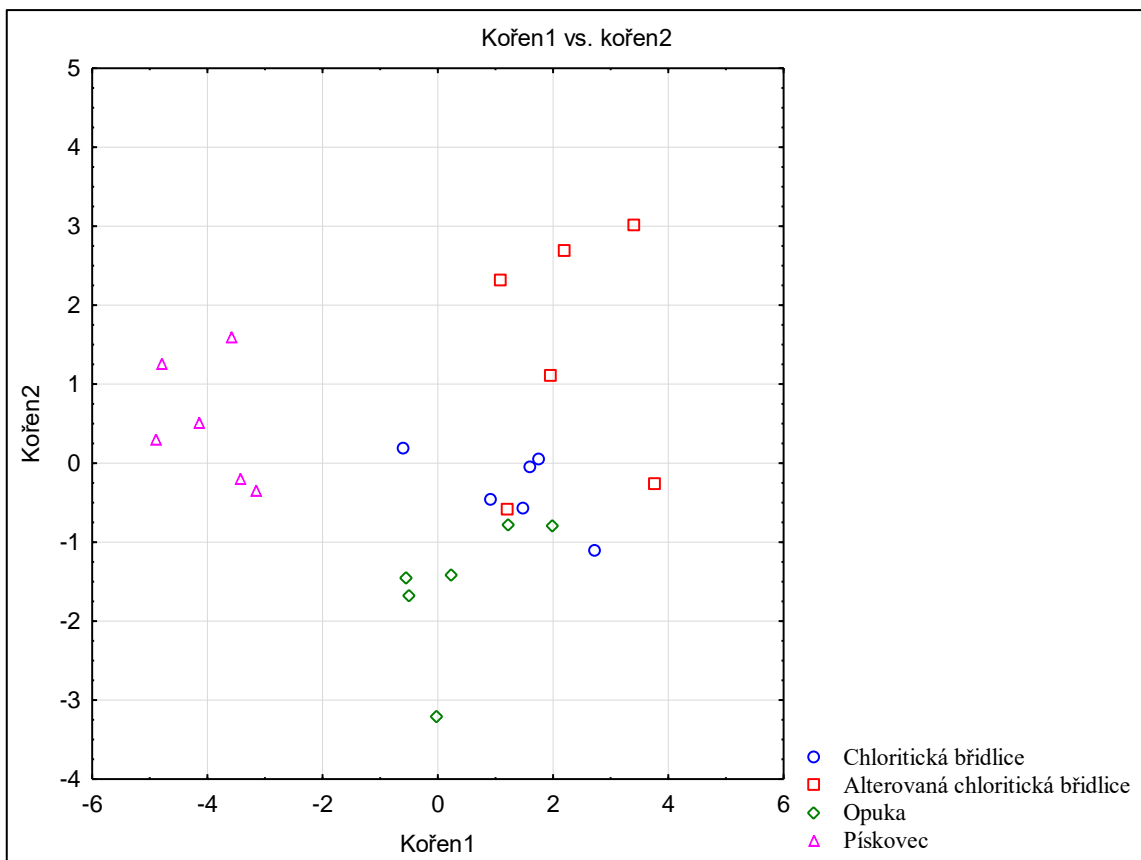
Při kombinaci všech tří ročníků již poskytl výsledky obě dvě skupiny fenolových látek, tedy fenoly I i fenoly II, v prvním případě byla úspěšnost určení stanoviště 100 % (Graf 5-8), ve druhém pak 83,33 %, kdy byly špatně zařazeny 4 vzorky (Graf 5-9).

Pro fenoly I nebyla žádná sloučenina označena jako významná, pro kořen 1 byla určující kyselina kaftárová (+), fetrarová (+) a koutarová (-), pro kořen 2 pak kyselina kaftárová (+), ferulová (+), fetrarová (-) a koutárová (-).

U fenolů 2 byl jako významný označen katechin a trans-piceid, pro kořen 1 z odpovídajícího grafu byla největší korelace s trans-piceidem (+), katechinem (-) a cis-piceidem (-), pro kořen 2 pak s cis-resveratrolem (+), trans-piceatannolem (+) a trans-resveratrol-linem (-).



Graf 5-8 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly I u všech ročníků



Graf 5-9 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly II u všech ročníků

Pokud se zaměříme na určení ročníků, tak u všech kombinací dvou ročníků a stejně tak i u kombinace všech tří ročníků byla úspěšnost určení ročníku vzorku stoprocentní pro jak pro fenoly I, tak pro fenoly II (grafy neuvedeny). U všech tří ročníků byly jako nejvýznamnější označeny kyselina kumarová, ferulová, epikatechin, trans-piceid, cis-resveratrol, cis-piceid, tyrosol.

## 5.7 Kombinované výsledky chemických rozborů vín

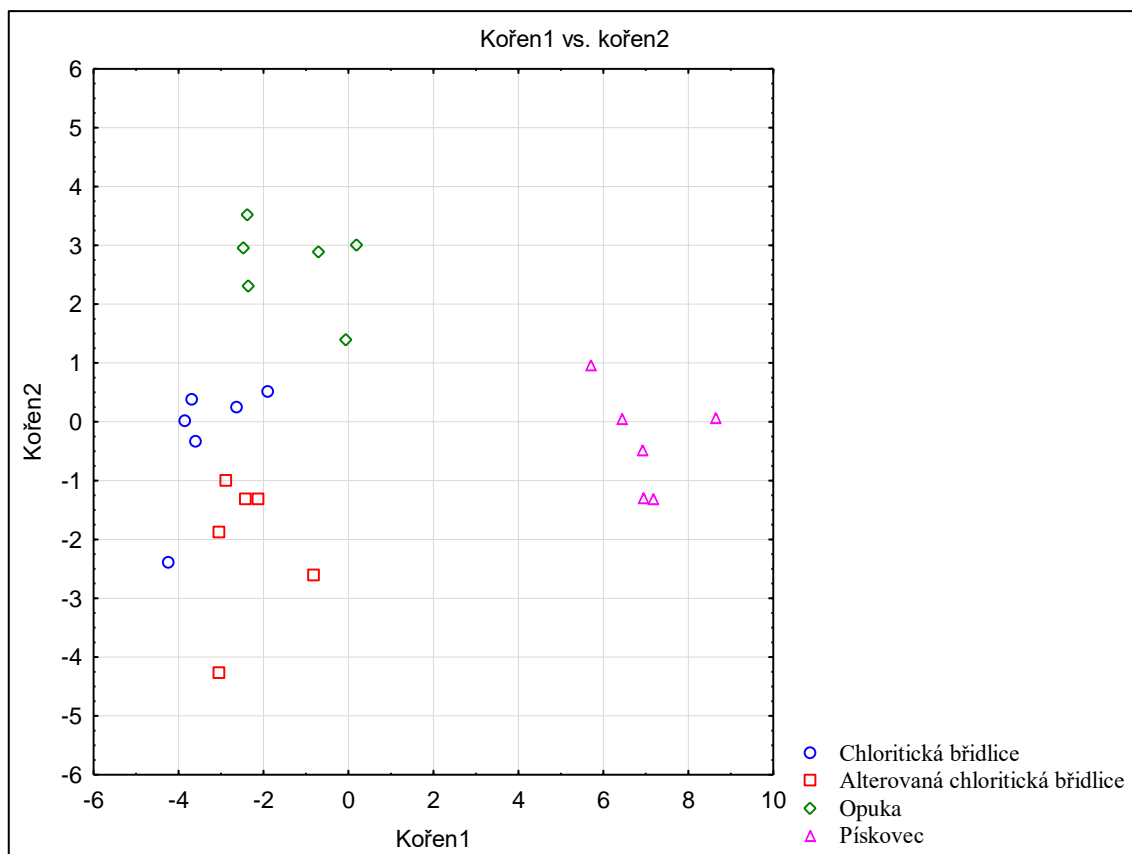
Výsledky z dílčích kanonických diskriminačních analýz byly využity při snaze o další zpřesnění výsledků, a to kombinací těch měřených parametrů, které se v dílčích analýzách ukázaly jako významné. Na úvod této části ještě shrnutí výsledků dílčích analýz, které obsahuje Tabulka 5-3.

*Tabulka 5-3 Procentuální úspěšnost dílčích kanonických diskriminačních analýz*

Ročník/y	Izotopy	Prvky I	Prvky II	Prvky	Fenoly I	Fenoly II	Fenoly
2012	100 %	100 %	100 %	Chyba	Chyba	Chyba	Chyba
2013	100 %	100 %	100 %	Chyba	Chyba	Chyba	Chyba
2014	100 %	100 %	87,50 %	Chyba	Chyba	Chyba	Chyba
2012+2013	68,75 %	68,75 %	56,25 %	87,50 %	Chyba	Chyba	Chyba
2013+2014	81,25 %	81,25 %	81,25 %	100 %	Chyba	Chyba	Chyba
2012+2014	87,50 %	62,25 %	68,75 %	81,25 %	Chyba	93,75 %	Chyba
2012–2014	41,66 %	58,33 %	46,55 %	79,16 %	100 %	83,33 %	Chyba

Pro další analýzu byly do první sady testů vybrány následující parametry:  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ , B, Ca, K, Mg, P, katechin, trans-piceid. Ačkoliv skupiny fenoly I byla schopna u kompletního souboru vzorků provést 100% rozdělení dle lokality, nebyla ani jedna z látek z této skupiny označena jako významná pro schopnost rozdělení vzorků, takže je skupina fenoly I bez zastoupení v prvotní skupině vybraných parametrů. V případě celého souboru vzorků toto umožnilo 100% přesnost určení stanoviště, jak ukazuje Graf 5-10. U kombinací dvou ročníků byla u kombinace 2013+2014 úspěšnost 100 %, u kombinací 2012+2013 a 2012+2014 pak byla úspěšnost 100 %, ale bylo nutné snížit minimální mez na 0,002, jinak analýza neproběhla.

Kombinace všech tří ročníků, kterou zobrazuje Graf 5-10 označila jako nejvýznamnější  $\delta^{13}C$ , P a katechin. Kořen 1 je pozitivně korelující s P,  $\delta^{13}C$  a katechinem, negativně pak s Mg,  $(D/H)_I$  a K. Kořen 2 koreluje s katechinem (+),  $\delta^{13}C$  (-), P(-), Ca (-).



Graf 5-10 Kanonická analýza pro vybrané parametry pro všechny ročníky

Do další sady analýz byly zapojeny sloučeniny ze souboru fenoly I. Jelikož při předchozích analýzách nebyla žádná z nich označena jako důležitá, bylo provedeno jejich další rozdělení na dvě části, a to na fenoly Ia obsahující kyselinu gallovou, protokatechuovou, 4-hydroxybenzoovou, vanillovou, syringovou a ethylester kyseliny gallové a na fenoly Ib zahrnující kyselinu kávovou, kaftárovou, ethylester kyseliny kávové, kyselinu kumarovou, koutárovou, ethylester kyseliny koutárové, kyselinu ferulovou, kyselinu fertarovou a ethylester kyseliny ferulové. U jednotlivých ročníků stále nebylo možné analýzy provést, u kombinací dvou ročníků již byly analýzy proveditelné. Z těchto analýz vyšly vždy alespoň jednou jako významné následující sloučeniny – kyseliny gallová, 4-hydroxybenzoová, syringová, kávová, kumarová, koutarová, fertarová, ethylester kyseliny kumarová a kyseliny ferulové. Z těchto byla provedena nová analýza. Výsledky vč. dílčích skupin ukazuje Tabulka 5-4.



Tabulka 5-4 Procentuální úspěšnost dílčích kanonických diskriminačních analýz po rozdělení skupiny fenoly I

Ročníky	Fenoly Ia	Fenoly Ib	Fenoly I vybrané
2012+2013	87,50 %	100 % (mez snížena na 0,001)	100 % (mez snížena na 0,005)
2013+2014	87,50 %	100 % (mez snížena na 0,001)	100 %
2012+2014	93,75 %	100 %	93,75 %
2012-2014	70,83 %	87,5 %	83,33 %

Je vidět, že oproti dílčím analýzám došlo ke zlepšení, ale úspěšnost u souboru všech vzorků je nižší než v případě použití všech sloučeniny ze skupiny fenoly I. I přesto byly v další sadě analýzy vybraných parametrů přidány mezi zkoumané sloučeniny i fenoly I označené jako významné při spojení výše zmíněných dvou skupin, a to kyseliny kávová a koutarová, které jako jediné byly označeny jako významné ve větším počtu analýz. V druhé sadě analýzy vybraných parametrů byly tedy zkoumány následující sloučeniny: (D/H)<sub>II</sub>,  $\delta^{13}\text{C}$ , B, Ca, K, Mg, P, kyselina kávová, kyselina koutarová, katechin, trans-piceid. V případě kompletní sady vzorků ze všech ročníků byla úspěšnost 95,83 %, u kombinací dvou ročníků pak u 2012+2013 100 % (mez snížena na 0,0005), 2013+2014 100% (mez snížena na 0,005) a v případě 2012+2014 také 100 % (mez snížena na 0,001). Přidání výše zmíněných kyselin do analyzované sady parametrů tedy zlepšení celkových výsledků nepřineslo.

## 5.8 Obsah prvků ve víně ve vztahu k obsahu prvků v půdě

Jelikož byl stanoven obsah prvků ze všech stanovišť jak v půdě, tak i ve vínech z hroznů z těchto stanovišť, bylo provedeno vyhodnocení, zda mezi těmito hodnotami nelze najít nějakou souvislost. Obsah prvků v půdě shrnuje Tabulka 5-1, obsah prvků ve víně pak Tabulka 10-6. Fe bylo z analýzy vyloučeno, jelikož ve všech vzorcích vín byl obsah  $<0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ . U Zn byl u části vzorků obsah  $<0,01$  resp.  $<0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ , ale jelikož v jiných byl obsah i několikanásobně vyšší, byl Zn do vyhodnocení zahrnut s tím, že pro vzorky s nižším obsahem byl jako obsah zadán tento limit. Tabulka 5-5 a Tabulka 5-6 uvádějí obsahy prvků v půdě bez zmíněného Fe a s korekcí u Zn. Druhá zmíněná uvádí průměrné hodnoty pro všechna vína ze všech ročníků, tedy vždy se jedná o průměr z 6 vín. Na první pohled je vidět, že při porovnání těchto tabulek nelze nalézt žádnou jednoduchou závislost či spojitost mezi obsahem prvků v půdě a ve víně. Tabulka 10-6 také zcela jasně ukazuje vliv ročníku na obsah prvků ve víně, zejména tedy na jejich celkové množství. I když dle výsledků z kapitoly 5.5 lze dle obsahu prvků určit stanoviště v rámci ročníku, tak při použití vín z více ročníků schopnost určení klesá a nejedná se tedy nejspíše o přímou závislost mezi obsahem prvků v půdě a jejich obsahem ve víně. Spíše jde o ovlivnění jejich příjmu, které je dále ovlivněno, a to nejspíše celkem výrazně, daným ročníkem s předpokladem vysokého vlivu průběhu a rozložení srážek a teploty, kdy tyto skutečnosti mají vliv na příjem prvků rostlinou.

Tabulka 5-5 Obsah prvků v půdě (v  $\text{mg.kg}^{-1}$ )

Stanoviště	B	Ca	Cu	K	Mg	Na	P	Zn
S01	0,81	9 157	34,2	184	140	101	104	2,2
S02	1,29	2 648	3,7	187	194	52	119	2,0
S03	0,62	6 525	24,6	183	143	62	93	1,3
S04	0,67	19 651	14,2	146	172	158	18	0,8

Tabulka 5-6 Průměrný obsah prvků ve víně (v  $\text{mg.l}^{-1}$ )

Stanoviště	B	Ca	Cu	K	Mg	Na	P	Zn
S01	2,81	78,65	1,38	486,33	62,62	4,40	95,17	0,18
S02	2,17	76,17	1,27	467,17	67,90	4,59	99,13	0,22
S03	2,46	69,50	1,16	504,50	56,48	3,84	92,08	0,12
S04	2,43	70,97	1,32	490,17	59,12	4,73	109,70	0,23

Z důvodu rozdílných hladin obsahů prvků v jednotlivých letech, jak již bylo popsáno, byla provedena korelace obsahů prvků v půdě a prvků ve víně pro jednotlivé ročníky. Výsledky uvádí Tabulka 5-7, Tabulka 5-8 a Tabulka 5-9. Jako významné jsou červeně vždy označeny korelace na hladině  $p < 0,05$ . Tučně jsou dále vyznačeny korelační koeficienty stejných prvků v půdě a ve víně.

Tabulka 5-7 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2012

	B/víno	Ca/víno	Cu/víno	K/víno	Mg/víno	Na/víno	P/víno	Zn/víno
<b>B/půda</b>	<b>-0,162247</b>	-0,173152	0,053278	0,094071	0,239429	0,684453	0,113404	0,421330
<b>Ca/půda</b>	0,036844	<b>0,768872</b>	-0,112197	-0,364981	0,478518	-0,174546	0,407697	-0,189957
<b>Cu/půda</b>	0,631283	-0,227079	<b>0,357315</b>	0,435847	-0,462500	<b>-0,781952</b>	-0,509121	-0,278387
<b>K/půda</b>	0,185359	<b>-0,808000</b>	0,247372	<b>0,512022</b>	-0,573168	-0,038567	-0,546762	0,129034
<b>Mg/půda</b>	-0,507101	0,291771	-0,255962	-0,362176	<b>0,569133</b>	<b>0,819306</b>	0,522760	0,339497
<b>Na/půda</b>	0,129057	<b>0,790298</b>	-0,031721	-0,296403	0,542255	<b>-0,139528</b>	0,403669	-0,136730
<b>P/půda</b>	0,168440	<b>-0,756454</b>	0,252793	0,497110	-0,473300	0,070640	<b>-0,483607</b>	0,190545
<b>Zn/půda</b>	0,418230	-0,508522	0,421512	0,573555	-0,221283	0,062718	-0,406301	<b>0,244661</b>

Tabulka 5-8 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2013

	B/víno	Ca/víno	Cu/víno	K/víno	Mg/víno	Na/víno	P/víno	Zn/víno
<b>B/půda</b>	<b>-0,477838</b>	0,529280	-0,473084	-0,428975	<b>0,709942</b>	-0,005267	-0,433747	0,150811
<b>Ca/půda</b>	0,227243	<b>-0,484920</b>	<b>0,957024</b>	0,627174	-0,502653	0,310996	<b>0,770434</b>	0,325231
<b>Cu/půda</b>	<b>0,814919</b>	0,256326	<b>-0,001950</b>	-0,233347	-0,114711	0,102827	-0,063854	-0,268298
<b>K/půda</b>	0,035700	0,618203	<b>-0,937195</b>	<b>-0,722149</b>	0,518908	-0,241663	<b>-0,786692</b>	-0,373630
<b>Mg/půda</b>	<b>-0,730588</b>	-0,065723	0,046018	0,136457	<b>0,273492</b>	0,012398	0,055721	0,349041
<b>Na/půda</b>	0,282353	-0,323470	<b>0,955943</b>	0,531479	-0,364405	<b>0,386905</b>	<b>0,736618</b>	0,374776
<b>P/půda</b>	-0,021966	0,678423	<b>-0,922417</b>	<b>-0,742991</b>	0,607889	-0,202732	<b>-0,787498</b>	-0,307332
<b>Zn/půda</b>	0,205487	<b>0,922615</b>	-0,662417	<b>-0,798597</b>	<b>0,776304</b>	0,059054	-0,655666	<b>-0,119693</b>

Tabulka 5-9 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2014

	B/víno	Ca/víno	Cu/víno	K/víno	Mg/víno	Na/víno	P/víno	Zn/víno
<b>B/půda</b>	<b>-0,742392</b>	0,444977	<b>0,857824</b>	-0,270607	0,647822	0,073301	0,489185	-0,264919
<b>Ca/půda</b>	0,412327	<b>-0,578546</b>	-0,518846	-0,320602	-0,356105	0,653880	0,102550	0,611621
<b>Cu/půda</b>	0,588166	0,056899	<b>-0,465967</b>	0,571954	-0,516130	-0,226754	-0,530721	-0,082779
<b>K/půda</b>	-0,259688	0,612646	0,420791	<b>0,468146</b>	0,222157	-0,666041	-0,221739	-0,624635
<b>Mg/půda</b>	-0,644789	0,007929	0,583914	-0,616229	<b>0,565702</b>	0,375251	0,629285	0,103967
<b>Na/půda</b>	0,354305	-0,508741	-0,410685	-0,342919	-0,305483	<b>0,742829</b>	0,173746	0,605704
<b>P/půda</b>	-0,356536	0,639084	0,532095	0,383140	0,307057	-0,575504	<b>-0,115410</b>	-0,608886
<b>Zn/půda</b>	-0,344992	0,640773	0,610606	0,273403	0,297833	-0,206692	0,046896	<b>-0,458593</b>

Pokud dáme výše uvedené korelace do vztahu s vybranými parametry z kapitoly 5.7, kdy z prvků jsou zastoupeny B, Ca, K, Mg, P, je zde vidět jistá shoda, ale určitě nelze hovořit o jasné závislosti či provázanosti korelačních koeficientů a zjištěnému významu daných prvků v rámci lineární analýzy.

## 5.9 Senzorické hodnocení

### 5.9.1 Hodnocení jednotlivých ročníků 100 bodovou stupnicí dle O.I.V.

Senzorické hodnocení 100 bodovou stupnicí dle O.I.V. probíhalo vždy v květnu následujícího roku po sběru hroznů, takže se všechny ročníky hodnotily postupně ve stejném stádiu lahvové zralosti. Tabulka 5-10 uvádí průměrné hodnoty pro jednotlivá vína a také celkový průměr pro dané stanoviště. Jak již bylo řečeno, jako nultý vzorek posloužil zakvašený kontrolní vzorek, ostatní již hodnotil každý degustátor samostatně. Ve výsledcích lze vidět dva vlivy, a to vliv ročníku, kdy „kyselý“ ročník 2013 je hodnocen výrazně níže než ostatní ročníky, a dále také vliv varianty kvašení, kdy nejspíše vlivem vyššího zbytkového cukru a větší kulatosti vín jsou spontánní vzorky až na výjimky hodnoceny lépe než vzorky zakvašené, jak ostatně ukázaly dříve popsané rozbory vín. Naopak z výsledků není patrný zřejmý rozdíl mezi jednotlivými stanovišti a rozdílnosti ve výsledcích z jednotlivých ročníků jsou nahodilé, což je v souladu s výsledky analýzy moštů.

Tabulka 5-10 Senzorické hodnocení dle O.I.V.

Vzorek	Varianta	Ročník 2012	Ročník 2013	Ročník 2014	Celkový průměr
S01	Zakvašeno	78,2	72,4	76,7	75,8
S02	Zakvašeno	79,4	75,6	81,6	78,9
S03	Zakvašeno	87,0	73,0	83,3	81,1
S04	Zakvašeno	80,2	71,0	86,1	79,1
Kontrola	Zakvašeno	85,0	73,0	82,6	80,2
S01	Spontánní	85,2	80,0	86,7	84,0
S02	Spontánní	78,2	81,6	89,1	83,0
S03	Spontánní	74,8	81,6	88,6	81,7
S04	Spontánní	88,4	75,2	78,4	80,7
Kontrola	Spontánní	88,4	79,6	89,6	85,9

### 5.9.2 Hodnocení stobodovou stupnicí dle Parkera a detailní senzorická analýza

Kompletní soubor všech vzorků byl hodnocen ve dvou termínech, a to 9. 3. 2015 a 11. 5. 2015. Z důvodu rozkvašení tří vzorků, konkrétně spontánních vzorků ročníku 2012 ze stanovišť S01, S02 a S03 není hodnocení tohoto ročníku kompletní. Tyto vzorky měly čísla 17, 18 a 19 a proto jsou ve všech tabulkách přeskočena, aby byla zachována posloupnost jednotlivých ročníků a vzorků.

Každé víno bylo nejdříve hodnoceno stobodovou stupnicí podle Parkera a vzápětí byla provedena detailní senzorická analýza a poté se přešlo k dalšímu vzorku. První vzorek byl ohodnocen společně (zakvašený kontrolní vzorek) a byly také blíže vysvětleny

senzorické deskriptory, aby se minimalizovaly nepřesnosti vzniklé z nesprávného pochopení, co do daného senzorického vjemu patří.

Kompletní přehled výsledků je uveden v přílohách, konkrétně Příloha 6 – Výsledky senzorického hodnocení. I v tomto případě platí, že u hodnocení stobodovou stupnicí dopadly zakvašené varianty hůře než spontánní. Mezi lokalitami jsou malé rozdíly do dvou bodů, takže ani v tomto případě nelze hovořit o tom, že by jedna lokalita dávala stabilně kvalitnější hrozny pro výrobu vína.

U senzorického hodnocení bylo provedeno vyhodnocení pomocí aromagrafů pro jednotlivé stanoviště a jednotlivé termíny hodnocení. Vzhledem k chybějícím vzorkům z ročníku 2012 byly aromagrafy pro porovnání zakvašené a spontánní varianty vytvořeny bez dat z tohoto ročníku, jelikož by mohlo dojít ke zkreslení. Dále jsou zde pak samostatně aromagrafy pro všechny zakvašené vzorky. Hodnocení vzorků probíhalo ve dvou termínech, z toho důvodu jsou zde grafy z obou dvou termínů hodnocení.

Jak je z grafů vidět na dalších stranách, v rámci jednotlivých skupin (tedy zakvašené, resp. spontánně kvašené vzorky) jsou rozdíly mezi jednotlivými lokalitami v rámci první sady hodnocení celkem malé, ve druhé jsou o něco patrnější.

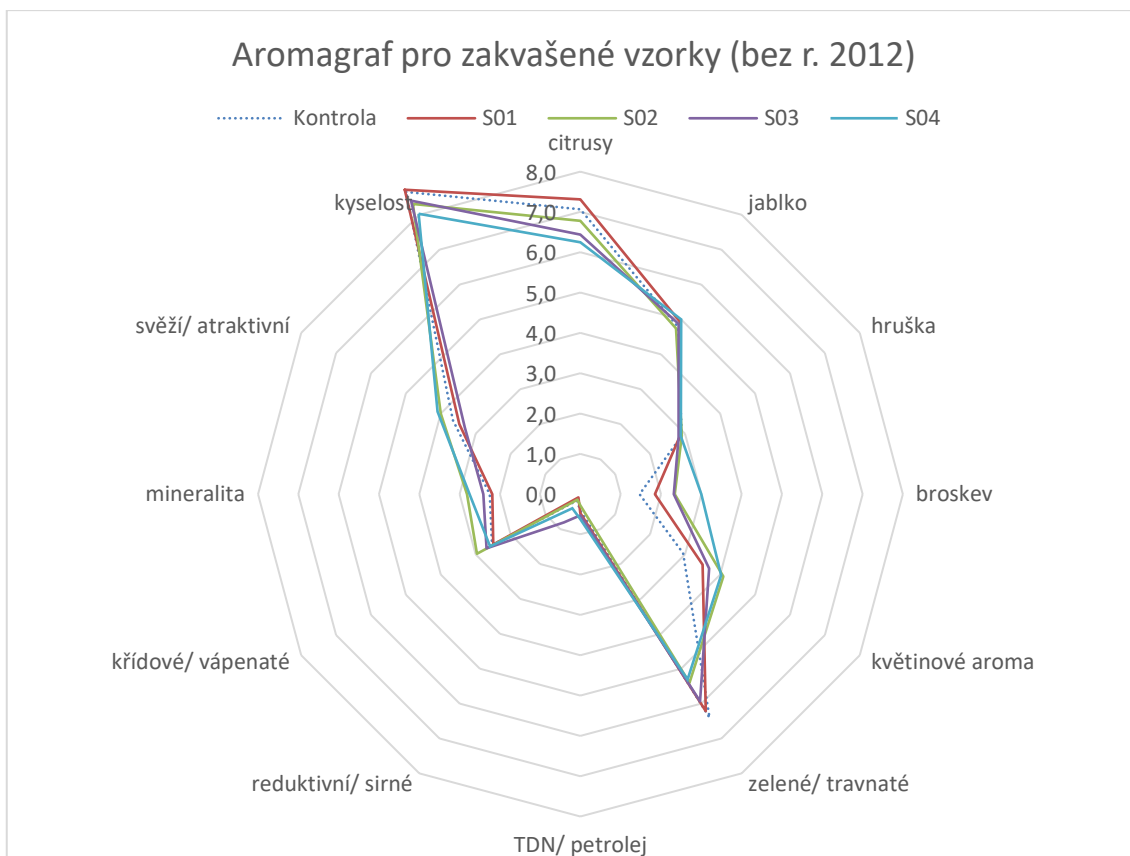
V rámci prvního termínu hodnocení můžeme největší rozdíly mezi zkoumanými stanovišti vidět v intenzitě citrusového, broskvového, hruškového a květinového aroma u zakvašených vzorků, u spontánních pak u květinového a broskvového.

Druhý termín hodnocení dává u zakvašených vzorků větší váhu květinovému aroma a částečně také broskvovému, u spontánních pak spíše citrusovému.

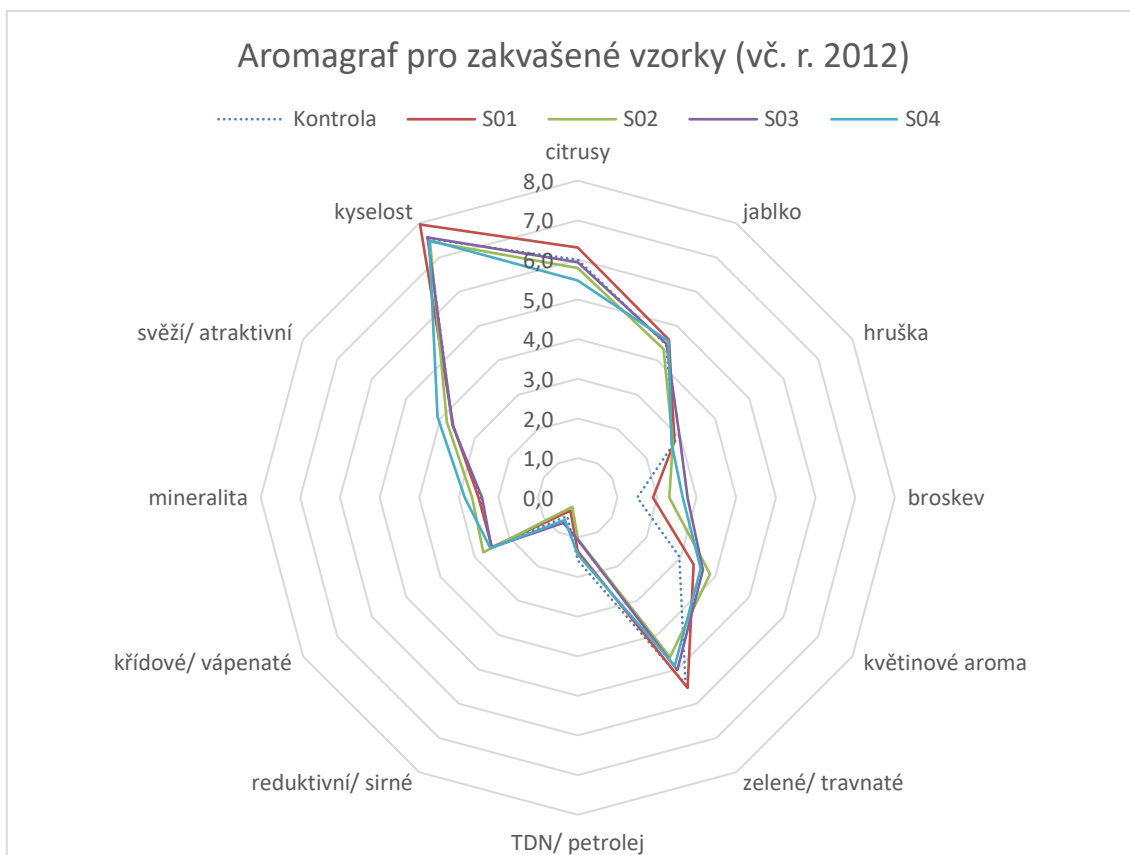
Pro oba dva termíny hodnocení je společné, že spontánní vzorky jsou označovány jako více svěží/atraktivní, s výraznějším broskvovým a hruškovým aroma a naopak jako méně kyselé a travnaté.

Dále byly výsledky obou dvou termínů hodnocení spojeny do spojených aromagrafů, vzhledem k několika chybějícím vzorkům z r. 2012 jsou uvedeny dvě varianty, kompletně bez ročníku 2012 a vč. zakvašených variant r. 2012 (bez spontánních). Zde je vidět že stanoviště S02 vykazuje o něco vyšší květinové a hruškové aroma, rozdíly v hruškovém aroma lze vidět i u zbylých odrůd, stejně jako u citrusového a broskvového, i když zde již nejsou rozdíly tak výrazné.

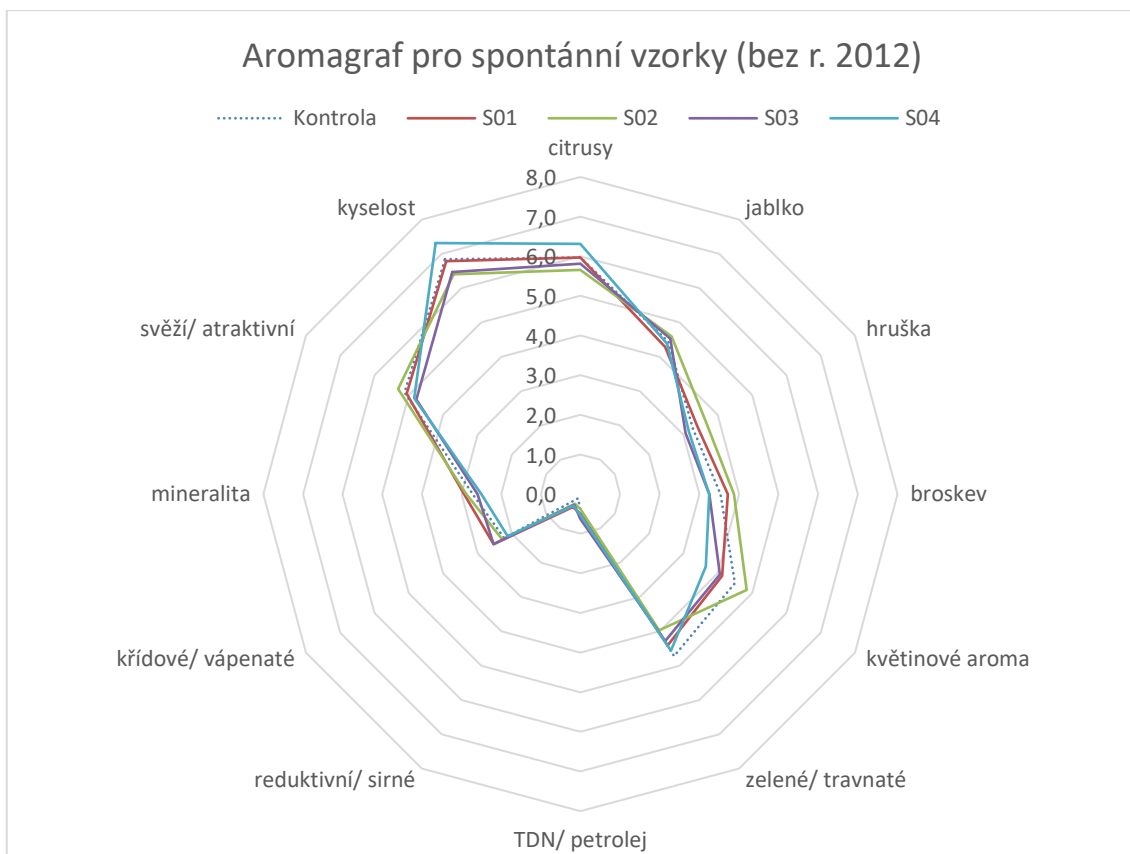
Při porovnávání ročníků jsou zde vidět jasné rozdíly, kdy ročník 2012 vykazuje vyšší vnímání TDN/petroleje, a naopak nižší kyselost a obecně intenzitu aroma, ročník 2013 se profiluje jako výrazně kyselý s vyšším citrusovým aroma, ročník 2014 pak spíše jako ročník s hruškovým, broskvovým a květinovým aroma ve srovnání s ostatními.



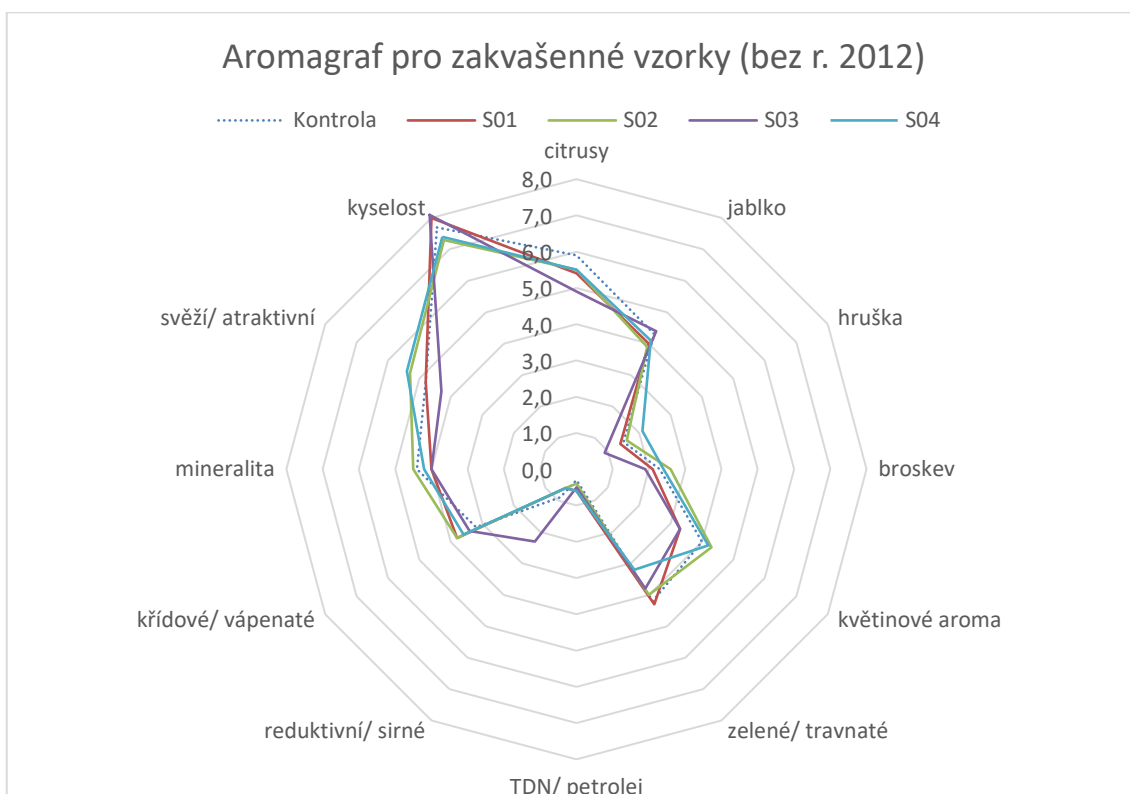
Graf 5-11 Aromagraf pro zakvašené vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 9. 3. 2015



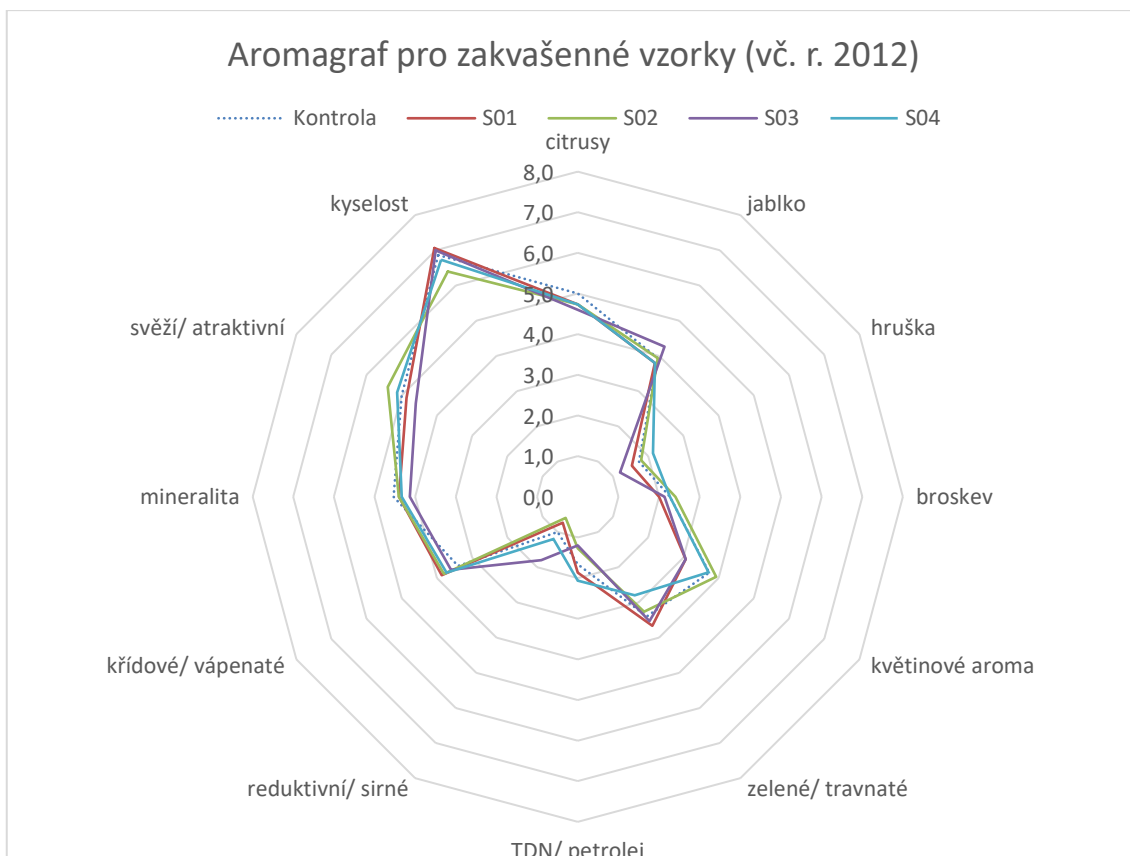
Graf 5-12 Aromagraf pro zakvašené vzorky vč. ročníku 2012., hodnocení 9. 3. 2015



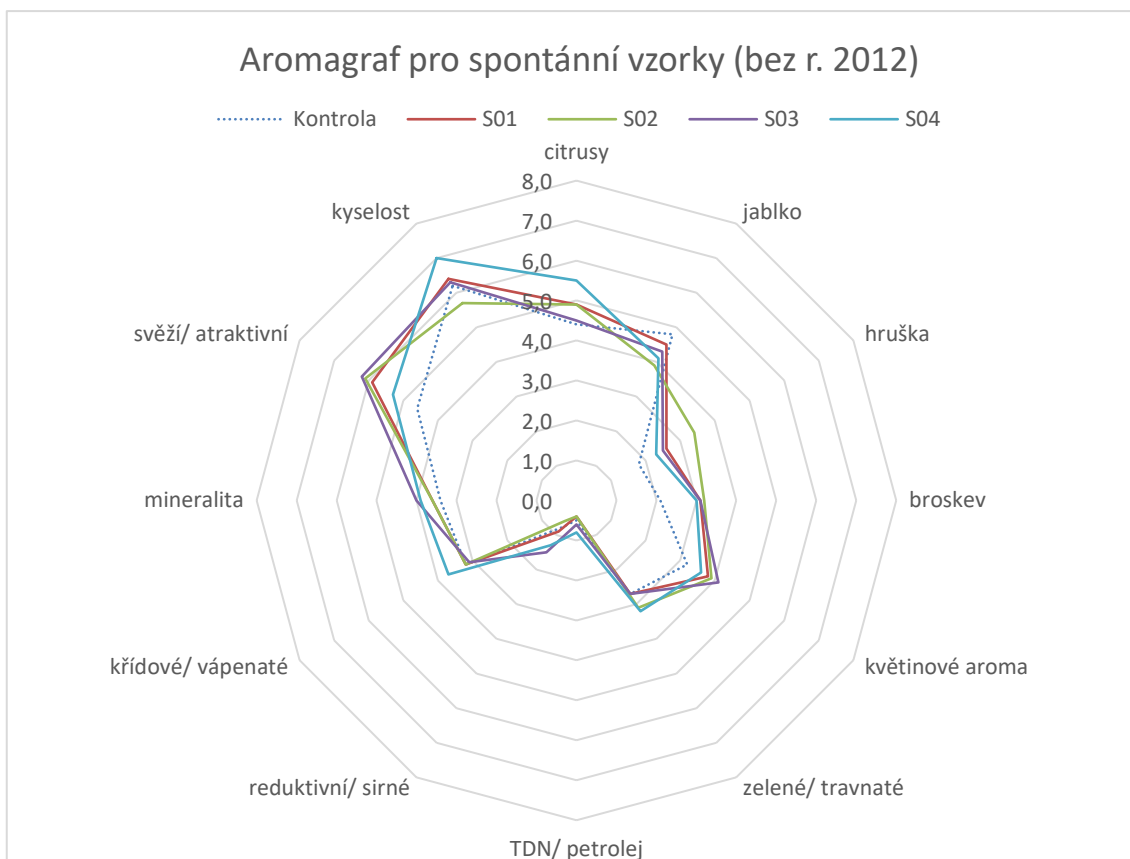
Graf 5-13 Aromagraf pro spontánní vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 9. 3. 2015



Graf 5-14 Aromagraf pro zakvašené vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015

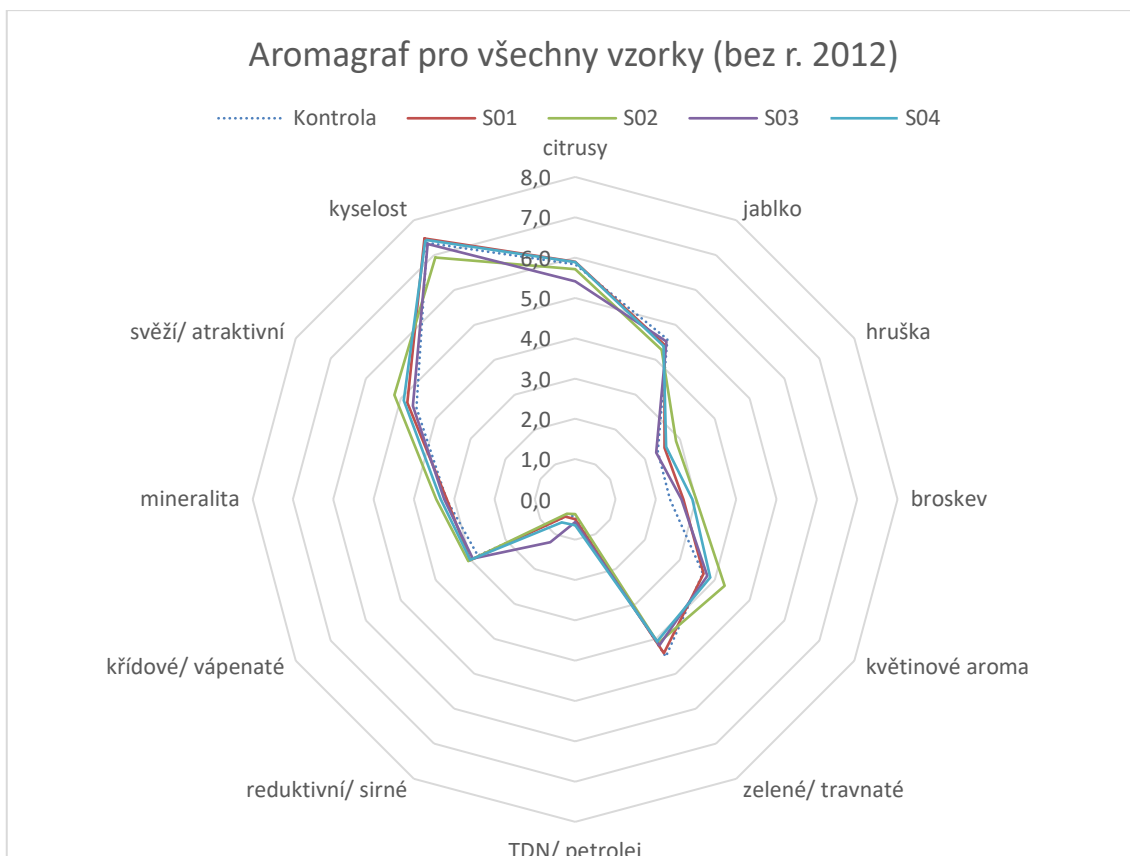


Graf 5-15 Aromagraf pro zakvašení vzorky vč. ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015

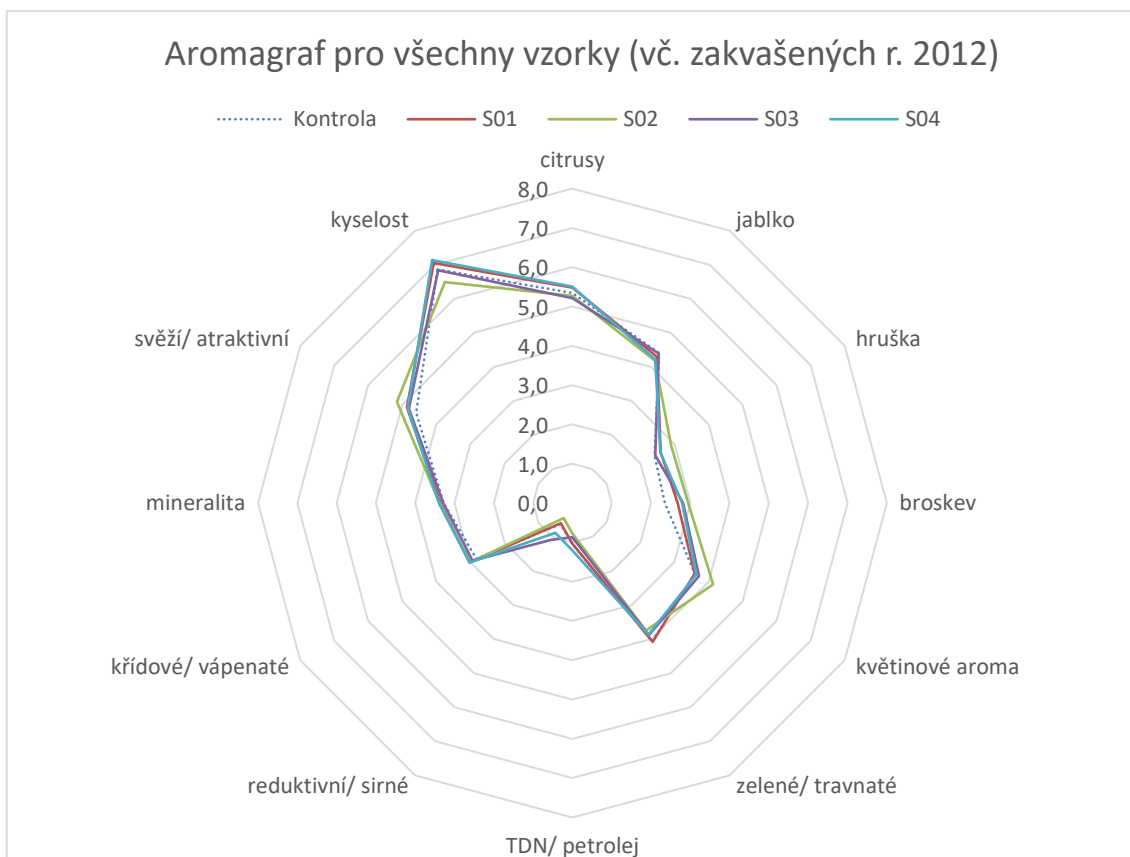


Graf 5-16 Aromagraf pro spontánní vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015

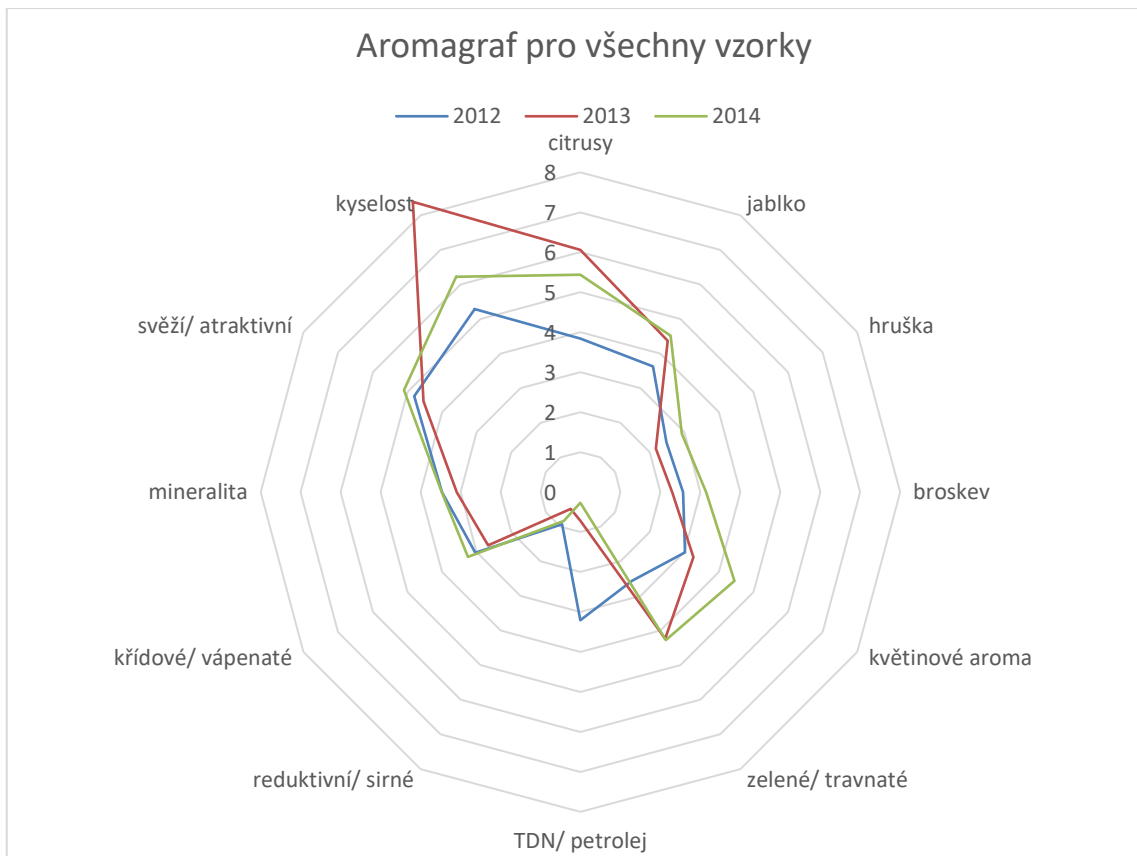




Graf 5-17 Aromagraf pro všechny vzorky bez ročníku 2012, obě hodnocení



Graf 5-18 Aromagraf pro všechny vzorky vč. zakvašených r. 2012, obě hodnocení



Graf 5-19 Aromagraf pro všechny vzorky podle ročníku, obě hodnocení

## 6. DISKUZE

Geologická i pedologická charakteristika stanovišť použitých v této práci, částečně zjištěná při dřívějším průzkumu (stanoviště S01, S02, S03, (KUPSA, 2010)) a částečně doplněná nyní (stanoviště S04) společně potvrzují geologicko-pedologickou rozmanitost Velkých Žernosek, zejména viniční tratě Velká Vendule. Jednotlivá stanoviště jsou rozdílná mateční horninou, půdním typem, mocností jednotlivých půdních horizontů i celého půdního profilu, obsahem prvků i hodnotami pH.

Při porovnání obsahu prvků v půdě a ve vínech bylo zjištěno, že zde neexistuje jednoduchá závislost a je zde patrně výrazný vliv klimatických podmínek v aktuálním ročníku. Korelační analýzy ukázaly jisté závislosti obsahu prvků ve víně na obsahu v půdě, ale nejedná se o jednoznačné a prokazatelné výsledky. V této souvislosti je otázkou, do jaké míry bylo toto ovlivněno zvolenou hloubkou odběru půdních vzorků, zda neměly být rozbory provedeny s více vzorky půdy z různých hloubek a také zda zvolený způsob vinifikace i přes snahu o minimalizaci vlivu na obsah zkoumaných parametrů přesto tyto parametry neovlivnil do takové míry, že byly tímto ovlivněny závislosti obsahů prvků ve vztahu půda a víno.

Pokud porovnáme zjištěné výsledky s literaturou, tak AMORÓS (2013) říká, že obsah prvků může být odrůdově závislý a také odlišný u vápenatých půd, ale zkoumal prvky v půdě v poměru k jejich koncentraci v listech a ne v moštu nebo víně. PROTANO a ROSSI (2014) uvádějí, že obsah některých prvků ve víně je přímo úměrný jejich obsahu v půdě, ale je třeba říci, že autoři zkoumali vína jednoho ročníku, navíc pouze vzácné prvky jako Ba, Rb a Sr, kterými se tato dizertační práce vůbec nezabývala a u kterých je tedy možný jiný vztah mezi půdou a vínem. Sami autoři pak přiznávají nutnost dalšího výzkumu v této oblasti. K podobným výsledkům dospěli také ALMEIDA a VASCONCELOS (2003), kteří ale opět zkoumali jen jeden ročník a 13 stopových prvků, kdy pouze Cu a Zn se shodují s touto dizertační prací. Úspěšnost určení v jednotlivých letech potvrzují i výsledky ze samostatného vyhodnocení prvků ve víně, kdy v jednotlivých ročnících byla úspěšnost většinou 100%, ale při zkoumání všech tří ročníků již jen necelých 80 %. Lze tedy konstatovat, že v jednotlivých letech není problém tento vztah dokázat, ale při zkoumání více ročníků to je již problematické a velmi záleží na zkoumaném souboru prvků.

U izotopových poměrů je situace podobná, v rámci velmi přesného zacílení této dizertační práce na jednotlivá stanoviště, která mají víceméně stejné klimatické

podmínky, byla úspěšnost v jednotlivých letech 100 %, ale při zkoumání dvou ročníků úspěšnost cca o 20 % poklesla a při zkoumání všech tří byla jen 41%. Toto potvrzuje i ADAMI *et al.* (2010), kteří uvádějí, že  $\delta^{18}\text{O}$  je ovlivněn více ročníkem než vinařskou podoblastí. Nepřímo to potvrzuje i GÓMEZ-ALONSO a GARCÍA-ROMERO (2010), kteří zmiňují vliv zavlažování, a tedy i změny vláhových podmínek na obsah  $\delta^{13}\text{C}$  a  $\delta^{18}\text{O}$ . JIANG *et al.* (2015) popisují u vín z ročníků 2010–2013 dobré rozdělení podle oblastí, pokud jsou stabilně klimaticky výrazně rozdílné a přiznávají, že u oblastí s podobným klimatem není toto rozdělení již tak přesné. Lze tedy říci, že čím přesněji se pokoušíme pomocí izotopových poměrů rozlišovat jednotlivá vína a oblasti, tím větší je zde závislost na klimatických podmínkách daného ročníku a srovnání mezi ročníky je stále více problematické. Toto ostatně dokazuje i dřívější výzkum vín odrůdy Ryzlink rýnský v ČR, kdy úspěšnost určení původu dle izotopových poměrů byla u oblasti 93,54 %, ale u lokality již jen 68,97 % (KUPSA, 2012).

U analýzy fenolových sloučenin se ukázalo, že jednotlivé ročníky nelze samostatně zpracovat a výsledky přinesly data z více ročníků, kdy kombinace ročníků 2012 a 2014 umožnila správně určit 93,75 % vzorků dle lokality pomocí fenolů II a u kombinace všech tří ročníků byla úspěšnost 100 % u fenolů I, resp. 83,33 % u fenolů II. Při určení ročníku byla jak u kombinací dvou ročníků, tak i u všech tří ročníků úspěšnost stoprocentní. I toto tedy ukazuje na závislost obsahu fenolových sloučenin na daném ročníku, i když i přes to jsou některé látky z této skupiny schopné určit i stanoviště. TANG *et al.* (2015) uvádějí 90–100% úspěšnost v rozdělení čínských vín dle původu i dle odrůdy podle obsahu fenolových sloučenin, není však zřejmé, zda šlo o vína stejného ročníku nebo nikoliv. Současně opět šlo o lokality od sebe výrazně vzdálené s různými klimatickými podmínkami. PEÑA-NIERA *et al.* (2010) byli schopni podle obsahů fenolových sloučenin odlišit vína dle oblastí, opět ale není patrné, zda šlo o vína z jednoho ročníku nebo nikoliv.

Nejlepší výsledky přineslo vybrání vhodných parametrů z dílčích analýz, tedy takových, které byly označeny jako významné. Konkrétně se jednalo o kombinaci:  $(\text{D}/\text{H})_{\text{II}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , B, Ca, K, Mg, P, katechin, trans-piceid. Ze skupiny fenoly I zde není žádná sloučenina, jelikož přidání vybraných sloučenin z této skupiny nepřineslo zlepšení. Tato kombinace umožnila 100% určit všechna vína při použití dat ze všech tří ročníků i u kombinací dvou ročníků. Lze tedy vidět, že i přes vliv jednotlivých ročníků lze vhodnou kombinací prvků, fenolových sloučenin a izotopových poměrů dosáhnout správného určení stanoviště. Zajímavé je porovnání s výsledky podobného výzkumu u odrůdy Ryzlink rýnský pro celou ČR (KUPSA, 2012). Zde byly jako potenciální markery

označen obsah kyseliny syringové, kávové, ethylesteru kyseliny kumarové, obsah katechinu, epikatechinu, trans-piceidu, cis-resveratrolu, tyrosolu, hodnoty izotopových poměrů  $(D/H)_I$ ,  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{18}O$ , obsah B, Cu, Fe, Mg a Na. Je zajímavé zahrnutí fenolových kyselin, které v této dizertační práci překvapivě nepřinesly při jejich přidání do souboru zkoumaných parametrů žádné zlepšení. Pokud tyto dvě skupiny porovnáme, tak v obou dvou najdeme  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ , B, Mg, katechin, trans-piceid, což lze označit za relativně významnou shodu. Toto může být dáno stejnou odrůdou, původem (v obou případech ČR) nebo skutečným významem těchto sloučenin ve vztahu ke geologickým a pedologickým podmínkám daného stanoviště.

Senzorické hodnocení neodhalilo mezi lokalitami výrazné rozdíly v kvalitě či typu senzorických vjemů. Snad jediným rozdílem bylo výraznější květinové a hruškové aroma u stanoviště S02 oproti ostatním a menší rozdíly v hruškovém, citrusovém a broskvovém u všech stanovišť. VILANOVA a VILARIÑO (2006) byli schopni pomocí senzorické analýzy rozlišit vína odrůdy Albariño pomocí senzorických deskriptorů zralé ovoce, mléčné, ananas, banán, hruška, citrusové ovoce a květinové aroma. Jednalo se o vína ze čtyř různých lokalit z DO Rías Baixas, tedy opět lokalit od sebe vzdálených desítky kilometrů, což svým způsobem opět znemožňuje přímé porovnání s výsledky této práce.

Výraznější rozdíly byly patrné při porovnání typů kvašení, kdy spontánně kvašené byly obecně hodnocené lépe, jako svěžejší a více atraktivní s výraznějším broskvovým a hruškovým aroma s nižší kyselinou a travnatým vjemem. Toto lze dát do souvislosti se samotným spontánním kvašením, které často dává plnější vína, ale také s prostým vyšším obsahem zbytkového cukru ve vínech, jený sám o sobě zvyšuje plnost a také snižuje vjem kyselé chutě. Ve prospěch prvně zmíněného hovoří závěry, které uvedli BLANCO *et al.* (2013) a to vyšší intenzita květnatosti a ovocnosti u spontánně kvašených vín oproti zakvašeným vínům.

Stejně tak byl patrný rozdíl při porovnání ročníků. Toto není vzhledem k rozdílným parametrům moštů v jednotlivých ročnících překvapivé a opět to odkazuje na vliv průběhu počasí v daném ročníku, který má opravdu výrazný dopad na cukernatost, obsah kyselin i celou řadu dalších parametrů moštů a následně i vína.

I když je odrůda Ryzlink rýnský dávána často do souvislosti s mineralitou, senzorické hodnocení neukázalo, že by celkové výsledky vín ukázaly výraznou mineralitu. Toto může být jednak tím, že často se o mineralitě hovoří až u starších vín nebo také tím, že tento pojem není přesně specifikován a je pak hodnocen různě, o čemž mluví i BALLESTER *et al.* (2013) nebo HEYMANN *et al.* (2014).

## 7. ZÁVĚR

Celá řada výzkumných prací se zabývá pojmem, možná až fenoménem, terroir. Prakticky žádná se však nesoustředí čistě na geologicko-pedologickou složku vinohradnického terroir za současné snahy vyloučit či co nejvíce potlačit vliv rozdílných klimatických podmínek. Právě o to se pokusila tato práce tím, že zkoumala čtyři stanoviště v rámci jedné viniční tratě s rozdílnými geologicko-pedologickými podmínkami. Současně malá vzdálenost stanovišť mezi sebou dovoluje vyslovit domněnku, že klimatické podmínky jsou totožné, nebo alespoň v rámci možností co nejvíce blízké.

V předkládané dizertační práci byla ověřena rozdílnost jednotlivých stanovišť, doplněn jejich detailní popis vč. chemického rozboru prvků, který ukázal výrazné rozdíly v chemismu jednotlivých půd. Z každého stanoviště byly pak byly při stejných agrotechnických postupech a následně jednotné vinifikaci získány vzorky vín pro další chemické a sensorické analýzy. V rámci detailní chemické analýzy byly zjištěny hodnoty izotopových poměrů  $(D/H)_I$ ,  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{18}O$ ,  $\delta^{13}C$ , obsah B, Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Zn, P, K, obsah vybraných organických kyselin a alkoholů, obsah fenolových kyselin a dalších fenolových sloučenin. Celkem se jednalo o 51 parametrů pro každé analyzované víno. Současně proběhla sensorická analýza zkoumající 12 vybraných deskriptorů nejčastěji zmiňovaných u odrůdy Ryzlink rýnský.

Z výsledků je patrné, že u izotopových poměrů i obsahu prvků jejich schopnost rozlišit jednotlivé lokality klesá s rostoucím počtem zkoumaných ročníků a tedy tyto obsahy jsou kromě vlivu daného stanoviště silně ovlivněny průběhem počasí v jednotlivých letech. U fenolových sloučenin byla situace jiná. U jednotlivých ročníků nešla analýza provést, ale rozdělení všech ročníků bylo u fenolových kyselin stoprocentní a u ostatních fenolových sloučenin více než osmdesátiprocentní. Nejlepší výsledky přinesla kombinace nejvýznamnějších proměnných z dílčích analýz, kdy  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ , B, Ca, K, Mg, P, katechin a trans-piceid umožnily stoprocentní rozdělení všech vzorků jak při použití dat ze všech ročníků, tak při použití dat ze všech tří kombinací dvou ročníků sklizně vín.

Senzorická analýza neukázala mezi jednotlivými lokalitami až na výjimky významnější rozdíly, ale ukázala výrazný vliv ročníku (a také stáří vína) na sensorické vlastnosti, dále také vliv varianty kvašení na jednotlivé deskriptory, kdy spontánně kvašená vína byla hodnocena jako více svěží a atraktivní, s patrnějšími tóny broskve

a hrušky a současně méně kyselé a travnaté než vzorky zakvašené kmenem R-HST. Část tohoto rozdílu je však nutné připsat vyšším hodnotám zbytkového cukru u spontánních vzorků, které mohou tyto vlastnosti výrazně ovlivnit.

Porovnání obsahu prvků mezi půdami a získanými vzorky vín neodhalila žádné zřejmé souvislosti a lze tedy říci, že pokud je zde přímý vliv na obsah jednotlivých prvků, resp. nějaká jasně definovatelná závislost, je patrná jen v jednotlivých ročnících, kdy bylo možné dle obsahu prvků rozdělit jednotlivé lokality, ale při použití dat více ročníků se tato závislost ztrácí a je výrazně menší než vliv daného ročníku, zejména co se týče množství a rozložení srážek, na obsah jednotlivých minerálních látek.

Celkově lze říci, že tato dizertační práce potvrdila hypotézu, že geologické a půdní podmínky při vyloučení klimatických rozdílů mezi stanovišti ovlivňují dostatečně obsah chemických sloučenin ve víně, aby podle tohoto šlo jednotlivé lokality rozdělit, ale nelze vytvořit jednoznačný a obecný vzorec pro ověření původu hroznů k dané lokalitě, jelikož je zde velký vliv rozdílného průběhu počasí v jednotlivých letech. V předkládané práci se v rámci tří zkoumaných ročníků podařilo sice podařilo stoprocentní rozdělení všech vzorků, ale je otázkou, zda by za pomoci stejných proměnných bylo rozdělení stejně dobré i v jiných letech, zejména při zkoumání vzorků z ještě většího počtu ročníků. Lze totiž říci, že ročníky 2012, 2013 a 2014 byly od sebe z hlediska počasí a celkového průběhu vegetace celkem rozdílné a není jisté, zda by v případě ročníků s relativně podobným průběhem počasí byly výsledky stejné nebo zda v podobných ročnících by nebyly rozdíly mezi lokalitami stabilní, ale spíše nahodilé. Tato otázka by proto vyžadovala dlouhodobější a stabilní výzkum, který by mohl závěry této dizertační práce potvrdit, upravit nebo naopak vyvrátit.

## 8. SOUHRN A RESUMÉ

### Vliv geologických a půdních podmínek na kvalitativní parametry vín

Cílem této dizertační práce bylo zodpovědět otázku, do jaké míry ovlivňují geologické a půdní podmínky kvalitativní parametry vín. Ve viniční trati Velká Vendule ve Velkých Žernosekách byly vybrány čtyři stanoviště s odrůdou Ryzlink rýnský s rozdílnými půdními a geologickými podmínkami. Stanoviště byla detailně popsána z pedologického hlediska. Z vín vyrobených jednotným vinifikačním postupem byly vyrobeny vzorky pro stanovení celkem 51 parametrů v letech 2012 až 2014. Získané hodnoty byly následně statisticky vyhodnoceny pomocí lineární diskriminační analýzy. Bylo zjištěno, že obsah prvků v půdě nelze jednoznačně dát do souvislosti s jejich obsahem ve vínech, zejména vlivem rozdílných klimatických podmínek v jednotlivých letech. I přes to bylo možné pomocí vybraných parametrů, konkrétně  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ , B, Ca, K, Mg, P, katechin a trans-piceid, jasné rozdělení vzorků ze všech ročníků podle stanoviště. Tyto parametry lze označit za vhodné markery pro sledování původu vín ve vztahu ke geologickým a půdním podmínkám.

**Klíčová slova:** terroir, izotopy, prvky, fenoly, réva vinná, geologie, pedologie

### Influence of Geological and Pedological Conditions on Qualitative Wine Characteristics

Aim of this thesis was to answer question how big is influence of geological and pedological conditions on qualitative parameters of wines. Four sites with variety Ryzlink rýnský have been chosen on vineyard Velká Vendule in Velké Žernoseky based on different pedological and geological characteristics. Sites have been closely described from pedological point of view. Wine samples from vintages 2012 to 2014 have been made from every site via unified vinification so 51 wine properties could be measured. Results have undergone canonical discriminant analysis. It was found content of elements in soil isn't in clear relation to content in wine, mainly because different climatic conditions each year. In spite of this it was possible to clearly separate all wine samples by sites by choosing selected parameters -  $(D/H)_{II}$ ,  $\delta^{13}C$ , B, Ca, K, Mg, P, catechin and trans-piceid. They could be therefore called markers for tracking wine authenticity in relation to geological and pedological conditions.

**Keywords:** terroir, isotopes, elements, phenols, grapevine, geology, pedology.



## 9. LITERATURA

Adami, L., Dutra, S. V., Marcon, A. R., Carnieli, G. J., Roani, C. A., a Vanderlinde, R. 2010. Geographic origin of southern Brazilian wines by carbon and oxygen isotope analyses. *Rapid Communication in Mass Spectrometry*. 2010, **24** (20), 2943–2948. ISSN: 1097-0231

Almeida, C. M. a Vasconcelos, M. T. 2003. Multi-element composition of wines and their precursors including provenance soil and their potentialities as fingerprints of wine origin. *J. Agric. Food Chem.* 2003, **51** (16), 4788–4798. ISSN: 0021-8561

Amerine, M. A. a Winkler, A. J. 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*. 1944, **15** (6), 493–675. ISSN: 0073-2230

Amorós, J., Pérez-de-los Reyes, C., García Navarro, F., Bravo, S., Chacón, J., Martínez, J., a Ballesta, R. 2013. Bioaccumulation of mineral elements in grapevine varieties cultivated in “La Mancha”. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2013, **176** (6), 843-850. ISSN: 1522-2624

Angus, N., O’Keeffe, T., Stuart, K., a Miskelly, G. 2006. Regional classification of New Zealand red wines using inductively-coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2006, **12** (2), 170–176. ISSN: 1755-0238

Arvanitoyannis, I. S., Katsota, M. N., Psarra, E. P., Soufleros, E. H., a Kallithraka, K. 1999. Application of quality control methods for assessing wine authenticity: Use of multivariate analysis (chemometrics). *Trends in Food Science & Technology*. 1999, **10** (10), 321–336. ISSN: 0924-2244

Arvanitoyannis, I. S. 2010. Wine authenticity, traceability and safe monitoring. [autor knihy] A. G. Reynolds. *Managing wine quality. Volume 1: Viticulture and wine quality*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2010, 616 s. ISBN-13: 978-1845694845

Ballester, J., Minhea, M., Peyron, D., a Valentin, D. 2013. Exploring minerality of Burgundy Chardonnay wines: a sensory approach with wine experts and trained panellists. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013, **19** (2), 140–152. ISSN: 1755-0238

Barbaste, M., Robinson, K., Guifoyle, S., Medina, B., a Lobinski, R. 2002. Precise determination of the strontium isotope ratios in wine by inductively coupled plasma sector field multicollector mass spectrometry (ICP-SF-MC-MS). *J Anal At Spectrom*. 2002, **17**, 135–137. ISSN 1364-5544

Becker, N. 1985. Site selection for viticulture in cooler climates using local climatic information. *Proc. of the International Symposium on Cool climate viticulture and enology*. 1985, 20–34.

Berger, K. C. a E. Truog. 1939. Boron determination in soils and plants. *Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition*. 1939, **11** (10), 540–545. ISSN 1520-6882

Bertoldi, D., Villegas, T., Larcher, R., Santato, A., a Nicolini, G. 2013. Arsenic present in the soil-wine-chain in vineyards situated in an old minig area in Trentino, Italy. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2013, **32** (4), 773–779.

Bigwood, T., Sharman, M., Aldus, A., a Dennis, M. 1998. Global Variation sin the Deuterium/Hydrogen Isotope Ratios of Wine. *Journal of Wine Research*. 1998, **9** (3), 155–166. ISSN: 1469-9672

Blanco, P., Mirás-Avalos, J. M., Pereira, E., a Orriols, I. 2013. Fermentative aroma compounds and sensory profiles of Godello and Albari influenced by *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *J Sci Food Agric*. 2013, **93** (11), 2849–2857. ISSN:1097-0010

Bohmrich, R. C. 1996. Terroir: Competing perspectives on the roles of soil, climate and people. *Journal of Wine Research*. 1996, **7** (1) 33–46. ISSN: 1469-9672

Bohmrich, R. C. 2006. The Next Chapter in the Terroir Debate. *Wine Business*. [Online] 15. 1. 2006. [Citace: 11. 11. 2015.] <http://www.winebusiness.com/wbm/?go=getArticle&dataId=42095>.

Bonada, M. a Sadras, V.O. 2014. Review: critical appraisal of methods to investigate the effect of temperature on grapevine berry composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014, **21** (1) 1–17. ISSN: 1755-0238

Bonada, M., Jeffery, D., Petrie, P., Moran, M., a Sadras, V. 2015. Impact of elevated temperature and water deficit on the chemical and sensory profiles of Barossa Shiraz grapes and wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015, **21** (2), 240–253. ISSN: 1755-0238

Bonnefoy, C., Quenol, H., Bonnardot, V., Barbeau, G., Madelin, M., Planchon, O., a Neethling, E. 2013. Temporal and spatial analyses of temperature in a French wine-producing area: the Loire Valley. *International Journal of Climatology*. 2013, **33** (8), 1849–1862. ISSN: 1097-0088

Bramley, R.G.V. a Hamilton, R.P. 2004. Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2004, **10** (1), 32–45. ISSN: 1755-0238

Bramley, R.G.V. 2005. Understanding variability in winegrape production systems 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005, **11** (1), 33–42. ISSN: 1755-0238

Bramley, R.G.V., Ouzman, J. a Boss, P.K. 2011. Variation in vine vigour, grape yield and vineyard soils and topography as indicators of variation in the chemical composition of grapes, wine and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011, **17** (2), 217–229. ISSN: 1755-0238

Branas, J., Bernon, G. a Levadoux, L. 1946. *Éléments de viticulture générale*. Imp. Dehan : Montpellier , 1946. 351 s. ISBN-13: 978-2950061409

Bréas, O., Reniero, F. a Serrini, G. 1994. Isotope Ratio Mass Spectrometry: Analysis of Wines from Different European Countries. *Rapid Communications in mass spectrometry*. 1994, **8** (12) 967–970. ISSN: 1097-0231

Brescia, M. A., Košir, I. J., Caldarola, V., Kirdič, J., a Sacco, A. 2003. Chemometric classification of Apulian and Slovenian wines using H-1 NMR and ICP-OES together with HPICE data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003, **51** (1) 21–26. ISSN: 1520-5118

Cadot, Y., Chevalier, M. a Barbeau, G. 2011. Evolution of the localisation and composition of phenolics in grape skin between veraison and maturity in relation to water availability and some climatic conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011, **91** (11), 1963–1976. ISSN: 1097-0010

Carbonneau, A. a Tonietto, J. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2004, **124** (1-2) 81–97. ISSN: 0168-1923

Carey, V.A. 2001. *Spatial characterization of natural terroir units for viticulture in the Bottelaryberg-Simonsberg-Helderberg winegrowing area*. Matieland: Stellenbosch University, 2001.

Catarino, S., Madeira, M., Monteiro, F., Caldeira, I., Rosa, T., Martins, P., Curvelo-Garcia, A. 2014. Multi-elemental analysis throughout soil-wine system as a generator of information on geographic origin. *37th OIV Congress, Argentina*. 2014, 1–5.

Clark, A. C., Wilkes, E. N. a Scollary, G. R. 2015. Chemistry of copper in white wine: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015, **21** (3), 339–350. ISSN: 1755-0238

Clarke, S., Lamont, K., Pan, H., Barry, L., Hall, A., a Rogiers, S. 2015. Spring root-zone temperature regulates root growth, nutrient uptake and shoot growth dynamics in grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015, **21** (3), 479–489. ISSN: 1755-0238

Coetzee, P.P., Greeff, L. a Vanhaecke, F. 2011. ICP-MS measurement of B-11/B-10 isotope ratios in grapevine leaves and the investigation of possible boron isotope fractionation in grapevine plants. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2011, **32** (1), 28–34. ISSN: 0253-939X

Coombe, B.G. a Iland, P. 2005. Grape berry development and wine grape duality. [autor knihy] P. Dry a Coombe. B.G. *Viticulture-Volume 1-Resources*. Winetitles Adelaide, 2005, 210–248. ISBN-13: 978-0975685006

Cordero-Bueso, G., Arroyo, T., Serrano, A., a Valero, E. 2011. Remanence and survival of commercial yeast in diferent ecological niches of the vineyard. *FEMS Microbiology Ecology*. 2011, **77** (2), 429–437. ISSN: 1574-6941

Cozzolino, D. 2015. Elemental composition in grapes and wine: role, analytical methods and their use. [autor knihy] M. de la Guardila a S. Garrigues. *Handbook of Mineral Elements in Food*. Oxford : John Wiley & Sons, 2015, s. 473–487. ISBN: 978-1-118-65436-1

De Andrés-De Prado, R., Yuste-Rojas, M., Sort, X., Andrés-Lacueva, C., Torres, M., a Lamuela-Raventós, R. 2007. Effect of Soil Type on Wines Produced from *Vitis vinifera* L. Cv. Grenache in Commercial Vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007, **55** (3), 779–786. ISSN: 1520-5118

Di Stefano, R. a R., Flamini. 2008. High Performance Liquid Chromatography Analysis of Grape and Wine Polyphenols. [autor knihy] R. Flamini. *Hyphenated Techniques in Grape and Wine Chemistry*. Chichester : Joh Wiley & Sons Ltd, 2008, 359 s. ISBN: 978-0-470-06187-9

Dion, R. 1959. *Histoire de la vigne et du vin en France des origines au XIXe siècle*. Paris : Les Belles Lettres, 1959. ISBN-13: 978-2082101745

Douglas, D., Cliff, M. A. a Reynolds, A. G. 2001. Canadian terroir: characterization of Riesling wines from the Niagara Peninsula. *Food Research International*. 2001, **34** (7), 559–563. ISSN: 0963-9969

Dutra, S., Adami, L., Marcon, A., Carnieli, G., Roani, C., Spinelli, F., Vanderlinde, R. 2013. Characterization of wines according the geographical origin by analysis of isotopes and minerals and the influence of harvest on the isotope values. *Food Chemistry*. 2013, **141** (3), 2148–2153. ISSN: 0308-8146

Fernández-Calviño, R., Pateiro-Moure, M., López-Pegiago, E., Arias-Estévez., M., a Nóvoa-Muñoz, J. 2008. Copper distribution and acid-base mobilization in vineyard soils and sediments from Galicia (NW Spain). *European Journal of Soil Science*. 2008, **59** (2), 315–326. ISSN: 1365-2389

Fisher, U., Roth, D. a Christmann, M. 1999. The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. *Food Quality and Preference*. 1999, **10** (4-5), 281–288. ISSN: 0950-3293

Flamini, R. a Panighel, A. 2006. Mass spectrometry in grape and wine chemistry. Part II: The consumer protection. *Mass Spectrometry Reviews*. 2006, **25** (5), 741–774. ISSN: 1098-2787

Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., a Santos, J. A. 2012. An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security*. 2012, **1** (2), 94–110. ISSN: 2048-3694

Frias, S., Conde, J. E., Rodriques-Become, J., a Perez-Trujillo, P. 2003. Classification of commercial wines from the Canary islands (Spain) by chemometric techniques using metallic contents. *Talanta*. 2003, **59** (2), 335–344. ISSN: 0039-9140

Galet, P. 2000. *General viticulture*. Collection Avenir Oenologie Chantré, 2000. 448 s. ISBN: 978-2905428134

Geana, I., Iordache, A., Ionete, R., Marinescu, A., Ranca, A., a Monica Culea. 2013. Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis. *Food Chemistry*. 2013, **138** (2-3) 1125–1134. ISSN: 0308-8146

Gladstones, J.S. 1992. *Viticulture and Environment*. South Australia : Winetitles, 1992. 320 s. ISBN: 978-1875130122

Gómez-Alonso, S. a García-Romero, E. 2010. Effect of irrigation and variety on oxygen (d18O) and carbon (d13C) stable isotope composition of grapes cultivated in a warm climate. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2010, **16**, 283–289. ISSN: 1755-0238

González-Centeno, M., Simal, S., Femenia, A., Frau, M., a Rosseló, C. 2013. Identification of behaviour patterns of viticultural regions according to their agroclimatic fingerprint and grape characteristics. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013, **19** (1), 53–61. ISSN: 1755-0238

Greenough, J. D., Longerich, H. P. a Jackson, S. E. 1997. Element fingerprinting of Okanagan Valley wines using ICP–MS: Relationships between wine composition, vineyard and wine colour. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1997, **3** (2) 73–85. ISSN: 1755-0238

Hall, A. a Jones, G.V. 2010. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2010, **16** (3), 389–404. ISSN: 1755-0238

Hermann, Armin. 2003. Isotopic analysis: D/H-ratios in the Ethanol of German Wines. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2003, **53**, 132–138. ISSN: 0007-5922

Heymann, H., Hopfer, H. a Bershaw, D. 2014. An Exploration of the Perception of Minerality in White Wines by Projective Mapping and Descriptive Analysis. *Journal of Sensory Studies*. 2014, **29** (1), 1–13. ISSN: 1745-459X

Higginson, E., Lloyd, N., Kravchuk, O., Ford, C., a Thomas, M. 2015. A high-throughput UHPLC MS/MS method for evaluation of tartaric and malic acid concentration in individual grapevine berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015, **22** (1), 1–8. ISSN: 1755-0238

Hinckley, E.L.S. a Matson, P.A. 2011. Transformations, transport, and potential unintended consequences of high sulfur inputs to Napa Valley vineyards. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2011, **108**, 14005-14010.

Hinnewinkel, J-C. 2004. *Les terroirs viticoles: origines et devenirs*. Bordeaux : Féret, 2004. 228 s. ISBN: 978-2902416912

Hlušek, J., Richter, R. a Ryant, P. 2002. *Výživa a hnojení zahradních plodin*. Praha : Profi Press, 2002. 80-902413-5-2.

Holbach, B., Marx, R., Förstel, H., a Hützen, H. 1996. Verification of the geographical origin and the illegal watering of wines by classical chemical analysis and determination of the stable isotope ratio of  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . *Vitic. Enol. Sci.* 1996, **51** (2), 103–108. ISSN: 0944-4645

Huglin, P. 1978. *Nouveau mode d'évaluation des possibilites héliothermiques d'un milieu viticole*. Contança : Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, 1978. **64**, 89–98. ISSN: 0989-6988

Christoph, N., Rossmann, A., Schlicht, C., a Voerkelius, S. 2007. Wine Authentication Using Stable Isotope Ratio Analysis: Significance of Geographic Origin, Climate and Viticultural Parameters. [autor knihy] Susan Ebeler, Gary Takeoka a Peter Winterhalter. *Authentication of Food and Wine*. místo neznámé : Oxford University Press, 2007, 166–179. ISBN: 978-0841239654

Christoph, N., Rossmann, A. a Voerkelius, S. 2003. Possibilities and Limitations of Wine Authentication Using Stable Isotope and Meteorological Data, Data Banks and Statistical Tests. Part 1: Wines from Franconia and Lake Constance 1992 to 2001. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2003, **53**, 23–40. ISSN: 0007-5922

Ingraham, N. L. a Caldwell, E. A. 1999. Influence of wather on the stable isotopic ratios of wines: Tooles for weather/climate reconstruction? *J. Geophys. Res.* 1999, **104** (D2), 2185–2194. ISSN: 2169-8996



Jackson, D. 1997. *Monographs in cool climate viticulture – 2. Climate*. Gypsum Press, 1997. 88 s. ISBN: 9780909049355

Jackson, R.S. 2008. *Wine Science: Principles and Applications*. 3. vydání. San Diego : Academic Press, 2008. 776 s. ISBN: 978-0-12-373646-8.

Jakubowski, N., Brandt, R., Stuewer, D., Eschnauer, H. R., a Görtges, S. 1999. Analysis of wines by ICP-MS: Is the pattern of the rare earth elements a reliable fingerprint for the provenance? *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*. 1999, 364 (5), 424–428. ISSN: 1618-2650

Jamin, E., Guérin, R., Rétif, M., Lees, M., a Martin, G. 2003. Improved Detection of Added Water in Orange Juice by Simultaneous Determination of the Oxygen-18/Oxygen-16 Isotope Ratios of Water and Ethanol Derived from Sugars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003, **51** (8), 5202–5206. ISSN: 1520-5118

Jiang, W., Xue, J., Liu, X., Wang, D.-I., Guo, Y., a Wang, L. 2015. The application of SNIF-NMR and IRMS combined with C, H and O isotopes for detecting the geographical origin of Chinese wines. *International Journal of Food Science and Technology*. 2015, **50** (3), 774–781. ISSN: 1365-2621

Johnson, H. a Robinson, J. 2009. *Světový atlas vín*. Praha : Euromedia Group - Knižní klub, 2009. 400 s. 978-80-242-2421-3.

Johnstone, Jr., F. E., Cobb, Jr., C., and H. S. Carter. 1968. Effects of elevation and slope exposure on air and soil temperatures for the typical Georgia piedmont farm. *University of Georgia Agriculture Experiment Stations Research Bulletin 31*. 1968.

Kment, P., Mihaljevič, M., Ettler, V., Šebek, O., Strnad, L., a Rohlová, L. 2005. Differentiation of Czech wines using multielement composition - A comparison with vineyard soil. *Food Chemistry*. 2005, **91** (1), 157–165. ISSN: 0308-8146

Koufos, G., Mavromatis, T., Koundouras, S., Fyllas, N., a Jones, G. 2014. Viticulture–climate relationships in Greece: the impacts of recent climate trends on harvest date variation. *International Journal of Climatology*. 2014, **34** (5), 1445–1459. ISSN: 1097-0088

Kumšta, M. 2007. Hydroxyskořicové kyseliny-Část1.: Obecné a antioxidační vlastnosti. *Vinařský obzor*. 2007, 293–295. ISSN: 1212-7884

Kumšta, M., Pavloušek, P. a Kupsa, J. 2012a. Influence of terroir on the concentration of selected stilbenes in wines of the cv. Riesling in Czech Republic. *Horticulture Science (Prague)*. 2012, **39** (1), 38–46. ISSN: 1805-9333

Kumšta, M., Pavloušek, P. a Kupsa, J. 2012b. Phenolic Profile in Czech White Wines from Different Terroirs. *Food Sci. Biotechnol.* 2012, **21** (6), 1593–1601. ISSN:1226-7708

Kupsa, J. 2012. *Možnosti stanovení authenticity vín na základě geografického původu*. diplomová práce. Lednice : Mendelova univerzita v Brně, 2012.

Kupsa, J. 2010. *Specifikace "terroir" Velké Žernoseky z pohledu vinohradnictví a vinařství*. bakalářská práce. Lednice : Mendelova univerzita v Brně, 2010.

Lai, H.-Y., Juang, K.-W. a Chen, B.-Ch. 2010. Copper concentrations in grapevines and vineyard soils in central Taiwan. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2010, **56** (4), 601–606. ISSN: 1747-0765

Lara, R., Cerutti, S., Salonia, J. A., Olsina, R. A., a Martinez, L. D. 2005. Trace element determination of Argentine wines using ETAAS and USN-ICP-OES. *Food and Chemical Toxicology*. 2005, **43** (2), 293–297. ISSN: 0278-6915

Larcher, R. a Nicolini, G. 2008. Elements and Inorganic Anions in Winemaking: Analysis and Applications. [autor knihy] R. Flamini. *Hyphenated Techniques in Grape and Wine Chemistry*. Chichester : John Wiley & Sons Ltd, 2008, str. 359. ISBN-13: 978-0470061879

Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper<sup>1</sup>. *Soil Science Society of America Journal*. 1978 **42** (3), 421–428. ISSN:1435-0661

Makris, D. S., Kallithraka, S. a Mamalos, A. 2006. Differentiation of young red wines based on cultivar and geographical origin with application of chemometrics of principal polyphenolic constituents. *Talanta*. 2006, **70** (5), 1143–1152. ISSN: 0039-9140

Malheiro, A. C., Santos, J. A., Fraga, H., a Pinto, J. G. 2010. Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research*. 2010, **43** (3), 163–177. ISSN: 0936-577X

Malone, B., Hughes, P., McBratney, A., a Minasny, B. 2014. A model for the identification of terrons in the Lower Hunter Valley, Australia. *Geoderma Regional*. 2014, **1**, 31–47. ISSN: 2352-0094

Martin, A. E., Watling, R. J. a Lee, G. S. 2012. The multi-element determination and regional discrimination of Australian wines. *Food Chemistry*. 2012, **133** (3), 1081–1089. ISSN: 1755-0238

Martin, G. J a Martin, M. L. 2003. Climatic significance of isotope ratios. *Phytochemistry Reviews*. 2003, **2** (1-2), 179–190. ISSN: 0031-9422

Mathews, A.J. 2013. Applying Geospatial Tools and Techniques to Viticulture. *Geology Compas*. 2013, **7** (1), 22–34. ISSN: 1749-8198

McCloskey, L. P., Sylvan, M. a Arrhenius, S. P. 1996. Descriptive Analysis for Wine Quality Experts Determining Appellations by Chardonnay Wine Aroma. *Journal of Sensory Studies*. 1996, **11** (1), 49–67. ISSN: 1745-459X

Medina, B. 1996. Wine authenticity. [autor knihy] P. R. Ashurst a M. J. Dennis. *Food authentication*. London : Blackie Academic and Professional, 1996, 60–106. ISBN: 978-1-4612-8426-0

Mendez-Costabel, M., Wilkinson, K., Bastian, S., Jordans, C., McCarthy, M., Ford, C., a Dokkoozlian, N. 2014. Effect of increased irrigation and additional nitrogen fertilisation on the concentration of green aroma compounds in *Vitis vinifera* L. Merlot fruit and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014, **20** (1), 80–90. ISSN:1755-0238

Mendez-Costabel, M., Wilkinson, K., Bastian, S., Jordans, C., McCarthy, M., Ford, C., a Dokkoozlian, N.. 2014. Effect of winter rainfall on yield components and fruit green aromas of *Vitis vinifera* L. cv. Merlot in California. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20. 2014, **20** (1), 100–110. ISSN: 1755-0238

Monetti, A, Versini, G a Reniero, F. 1995. Clasiffication of Italian wines on a regional scale by means of a multi-isotopic analysis. [autor knihy] G Charalambous. *Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence*: Elsevier Science, 1995, 1723–1729. ISBN: 978-0080531823

Montes, C., Perez-Quezada, J., Peña-Neira, A., a Tonietto, J. 2012. Climatic potential for viticulture in Central Chil. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2012, **18** (1), 20–28. ISSN: 1755-0238

Moran, W. 2006. You said Terroir? Approaches, sciences, and explanations. *Sbornik prezentaci ke konferenci Terroir*. Davis, USA : University of California, 2006.

Mouton, G. D. 2006. *Terroir - The Footprint Of Great Wines*. Stellenbosch : Cape Wine Academy, 2006.

Nagarajah, S. 1987. Effects of Soil Texture on the Rooting Patterns of Thompson Seedless Vines on Own Roots and on Ramsey Rootstock in Irrigated Vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1987, **38** (1), 54–59. ISSN: 0002-9254

O.I.V. 2008. COMPENDIUM OF INTERNATIONAL ANALYSIS OF METHODS - OIV, Vol. 1. [Online] 2008. [Citace: 15. 03 2012.] [http://www.gcsf.gr/media/alkooli/oiv\\_methods\\_of\\_wine\\_analysis\\_2008\\_vol\\_1.pdf](http://www.gcsf.gr/media/alkooli/oiv_methods_of_wine_analysis_2008_vol_1.pdf).

Ogrinc, N., Košir, I. J., Kocjančič, M., a Kidrič, J. 2001. Determination of Authenticity, Regional Origin, and Vintage of Slovenian Wines Using a Combination of IRMS and SNIF-NMR Analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001, **49** (3) 1342–1440. ISSN: 1520-5118

Oliver, D., Bramley, R., Riches, D., Porter, I., a Edwards, J. 2013. Review: soil physical and chemical properties as indicators of soil quality in Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013, **19** (2), 129–139. ISSN: 1755-0238

Pagliai, M., La Marca, M., Lucamante, G., and Genovese, L. 1984. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in a clay loam soil under viticulture. *Soil and Tillage Research*. 1984, **4** (5), 433–444. ISSN: 0167-1987

Pavloušek, P. 2006. Vína se značkou "Terroir". *Vinařský obzor*. 2006, 433–434.

Pavloušek, P. 2007a. *Encyklopedie révy vinné*. Brno : Computer Press, a.s., 2007. 320 s. ISBN: 978-80-251-1704-0.

Pavloušek, P. 2007b. Umíme najít terroir v českých a moravských vinicích a vínech. *Vinařský obzor*. 2007, 598–599.

Pavloušek, P. 2011. *Pěstování révy vinné. Moderní vinohradnictví*. Praha : Grada Publishing, 2011. 336 s. 978-80-247-3314-2.

Peña, R., Latorre, M. J., García, S., Botana, A., a Herrero, C. 1999. Pattern recognition analysis applied to classification of Galician (NW Spain) wines with Certified Brand of Origin Ribeira Sacra. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1999, **79** (14), 2052–2056. ISSN: 1097-0010

Peña-Niera, A., Hernández, T., García-Vallejo, C., Estrella, I., a Suarez, J. A. 2010. A survey of phenolic compounds in Spanish wines of different geographical origin. *European Food Research and Technology*. 2010, **210** (6), 445–448. ISSN: 1438-2377

Pérez-Magariño, S., Ortega-Heras, M., González-San José, M. L., a Boger, Z. 2004. Comparative study of artificial neural network and multivariate methods to classify Spanish DO rose wines. *Talanta*. 2004, **62** (5), 983–990. ISSN: 0039-9140

Perini, Matteo a Camin, Federica. 2013. δ18O of Ethanol in Wine and Spirits for Authentication Purposes. *Journal of Food Science*. 2013, **78** (6), C839–C844. ISSN: 1750-3841

Pradel, E. a Pieri, P. 2000. Influence of a grass layer on vineyard soil temperature. *Australian Journal of Grape and Wine Researc*. 2000, **6** (1). 59–67. ISSN: 1755-0238

Prescott, A.J. 1969. The climatology of the vine (vitis Vinifera l) 3. A comparison of France and Australia on the basis of the warmest month. *Transactions of the Royal Society of South*. 1969, **93**, 7–15.

Protano, G. a Rossi, S. 2014. Relationship between soil geochemistry and grape composition in Tuscany (Italy). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2014 **177** (4), 1–9. ISSN: 1522-2624

Pyrzynyńska, K. 2004. Analytical Methods for the Determination of Trace Metals in Wine. *Critical Reviewes in Analytical Chemistry*. 2004, **34** (2), 69–83. ISSN: 1547-6510

Rebolo, S., Peña, R. M., Latorre, M. J., García, S., Botana, A. M., a Herrero, C. 2000. Characterisation of Galician (NW Spain) Ribeira Sacra wines using pattern recognition analysis. *Analytica Chimica Acta*. 2000, **417** (2), 200–220. ISSN: 0003-2670

Reid, L. M., O'Donnell, C. P. a Downey, G. 2006. Recent technological advances for the determination of food authenticity. *Trends in Food Science & Technology*. 2006, **17** (7), 344–353. ISSN: 0924-2244

Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., a Lonvaud, A. 2006. *Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments 2nd Edition*. Chichester : John Wiley & Sons, 2006. 450 s. ISBN: 978-0-470-01037-2.

Riches, D., Porter, I., Oliver, D., Bramley, R., Rawnsley, B., Edwards, J., a White, R. 2013. Review: soil biological properties as indicators of soil quality in Australian viticulture. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013, **19** (3), 311–323. ISSN: 1755-0238

Rippon, M.J. 2014. What is the geography of Geographical Indications? Place, production methods and Protected Food Names. *Area*. 2014, **46** (2), 154–162. ISSN: 1475-4762

Rodriguez-Delgado, M.-A., González-Hernández, G., Conde-González, J.-E., a Pérez-Trujillo, J.-P. 2002. Principal component analysis of the polyphenol content in young red wines. *Food Chemistry*. 2002, **78** (4), 523–532. ISSN: 0309-8146

Pokorný, R. 2009. Protokol vybraných fyzikálních charakteristik půd (lokality Velké Žernoseky, okres Litoměřice). Nepublikovaný manuskript. 5 s.

Pokorný, R. 2016. Protokol vybraných fyzikálních charakteristik půd (lokality Velké Žernoseky, okres Litoměřice) – IIIa. fáze. Nepublikovaný manuskript. 7 s.

Romero, R., Sanchez-Vinas, M., Gazquez, D., a Bagur, M. G. 2002. Characterization of selected Spanish table wine samples according to their biogenic amine content from liquid chromatographic determination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002, **50** (16), 4713–4717. ISSN: 1520-5118

Roullier-Gall, C., Boutegrabet, L., Gougeon, R., a Schmitt-Kopplin, P. 2014. A grape and wine chemodiversity comparison of different appellations in Burgundy: Vintage vs terroir effects. *Food Chemistry*. 2014, **152**, 100–107. ISSN: 0308-8146

Roullier-Gall, C., Lucio, M., Noret, L., Schmitt-Kopplin, P., a Gougeon, R. 2014. How Subtle Is the “Terroir” Effect? Chemistry-Related Signatures of Two “Climats de Bourgogne”. *PLOS ONE*. 2014. **9** (5), 1–11. ISSN: 1932-6203

Roßmann, A., Reniero, F., Moussa, I., Schmidt, H.-L., Versini, G., a Merle, M. 1999. Stable oxygen isotope content of water of EU data-bank wines from Italy, France and Germany. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*. 1999, **208** (5-6) , 400–407. ISSN: 1431-4630

Sadras, V.O., Petrie, P.R. a Moran, M.A. 2013. Effects of elevated temperature in grapevine. II juice pH, titratable acidity and wine sensory attributes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2013, **19** (1), 107–115. ISSN: 1755-0238

Santesteban, I. G., Barbarin, I., Miranda, C., a Royo, J. B. 2014. Berry Carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and Nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) isotopic ratio reflects within farm terroir differences. *Proceedings of the Xth terroir congress; 5–7 July 2014*. 2014, **1**, 68–73.

Santesteban, L., Miranda, C., Barbarin, I., a Royo, J. 2015. Application of the measurement of the natural abundance of stable isotopes in viticulture: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2015, **21** (2), 157–167. ISSN: 1755-0238

Scarlett, N.J., Bramley, R.G.V. a Seibert, T.E. 2014. Within-vineyard variation in the ‘pepper’ compound rotundone is spatially structured and related to variation in the land underlying the vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2014, **20** (2), 214–222. ISSN: 1755-0238

Seguin, G. 1986. 'Terroirs' and pedology of wine growing. *Experientia*. 1986, s. 861-873.  
Serapinas, P., Venskutonis, P.R., Aninkevičius, V., Ežerinskis, Ž., Galdikas, A., Juzikienė, V. 2008. Step by step approach to multi-element data analysis in testing the provenance of wines. *Food Chemistry*. 2008, **107** (4), 1652–1660. ISSN: 0308-8146

Schleiser, K., Fraul-Hassek, C., Forina, M., Cotea, V., Kocsi, E., Schoula, R., Wittkowski, R. 2009. Characterization and determination of the geographical origin of wines. Part I: Overview. *European Food Research and Technology*. 2009, **230** (1), 1–13. ISSN: 1438-2377



- Sivertsen, H. K., Holen, B., Nicolaysen, F., a Risvik, E. 1999. Classification of French red wines according to their geographical origin by the use of multivariate analyses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1999, **79** (1), 107–115. ISSN: 1097-0010
- Sluys, S. L. 2006. *Climatic Influences on the Grapevine: A Study of Viticulture In the Waipara Basin*. Canterbury : University of Canterbury, 2006.
- Smart, R. E. 1985. Principles of Grapevine Canopy Microclimate Manipulation with Implications for Yield and Quality. A Review. *Americal Journal of Viticulture*. 1985, **36** (3), 230–239. ISSN: 0002-9254
- Smeyers-Verbeke, J., Jäger, H., Lanteri, S., Brereton, P., Jamin, E., Fauhl-Hassek, C., Römisch, E.. 2009. Characterization and determination of the geographical origin of wines. Part II: descriptive and inductive univariate statistics. *European Food Research and Technology*. 2009, **230** (1), 15–29. ISSN: 1438-2377
- Soyer, J. P., Delas, J., Molot, C., and Andral, P. 1984. Techniques d’entretien du sol en vignoble bordelais. *Progrès agricole et viticole*. 1984, **101**, 315–320. ISSN: 4063-3976
- Stockley, C., Smith, L., Tiller, K., Gulson, B., Osborn, C., a Lee, T. 2003. Lead in wine: a case study on two varieties at two wineries in South Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2003, **9** (1), 47–55. ISSN: 1755-0238
- Stockley, C., Smith, L., Guerin, P., Brückbauer, H., Johnstone, R., Tiller, K., a Lee, T. 1997. The relationship between vineyard soil lead concentration and the concentration of lead in grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1997, **3** (3), 1–8. ISSN: 1755-0238
- Sturman, A. a Quénol, H. 2013. Changes in atmospheric circulation and temperature trends in major vineyard regions of New Zealand. *International Journal of Climatology*. 2013, **33** (12), 2609–2621. ISSN: 1097-0088

Sun, X., Li, L., Ma, T., Liu, X., Huang, W., a Zhan, J. 2015. Profiles of Phenolic Acids and Flavan-3-ols for Select Chinese Red Wines: A Comparison and Differentiation According to Geographic Origin and Grape Variety. *Journal of Food Science*. 2015, **80** (10), C2170–C2179. ISSN: 1750-3841

Šperková, J. 2003. *Určení původu českých vín z prvkového složení*. Dizertační práce. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, 2003.

Tang, K., Ma, L., Han, Y.-H., Nie, Y., Li, J.-M., a Xu, Y. 2015. Comparison and Chemometric Analysis of the Phenolic Compounds and Organic Acids Composition of Chinese Wines. *Journal of Food Science*. 2015, **80** (1), C20–C28. 1750-3841

Taylor, J. A. 2004. *Digital Terroirs and precision viticulture - Investigations into the application of information technology in Australian vineyards*. Sydney : Agriculture Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, 2004.

Taylor, J., Acevedo-Opazo, C., Ojeda, H., a Tisseyre, B. 2010. Identification and significance of sources of spatial variation in grapevine water status. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2010, **16** (1), 218–226. ISSN: 1755-0238

Tesic, D., Woolley, D., Hewett, E., a Martin, D. 2001. Environmental effects on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. 2. Development of a site index. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2001, **8** (1), 27–35. ISSN: 1755-0238

Tomás, M., Medrano, H., Pou, A., Escalona, J. M., Martorell, S., Ribas-Carbó, M., a Flexas, J. 2012. Water-use efficiency in grapevine cultivars grown under controlled conditions: effects of water stress at the leaf and whole-plant level. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2012, **18** (2), 164–172. ISSN: 1755-0238

Tomášek, M. 2007. *Půdy České republiky*. Praha : Česká geologická služba, 2007. 67 s. 978-80-7075-688-1.

Tramontini, S., van Leeuwen, C., Domec, J., Destrac-Irvine, A., Basteau, C., Vitali, M., Lovisolo, C. 2013. Impact of soil texture and water availability on the hydraulic control of plant and grape-berry development. *Plant Soil*. 2013, **368** (1-2), 215–230. ISSN: 1522-2624

Trough, M.C.T. a Bramley, R.G.V. 2011. Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterising spatial and temporal changes in fruit composition and juice quality in the vineyard. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011, **17** (1), 79–89. ISSN: 1755-0238

Ubalde, J., Sort, X., Poch, R., a Porta, M. 2008. Vineyard soil mapping to optimise wine quality: from ‘terroir’ characterisation to vineyard management. *VIIIth International terroir Congres, Nyon, Switzerland*. 2008. **1**, 118–124

Unamuznaga, O., Besga, G., Castellón, A., Usón, M., Chéry, P., Gallejones, P., a Aizpurua, A. 2014. Spatial and vertical analysis of soil properties in a Mediterranean vineyard soil. *Soil Use and Management*. 2014, **30** (2), 285–296. ISSN: 1475-2743

Vallet, C., Said, R., Rabiller, C., a Martin, M.1996. Natural Abundance Isotopic Fractionation in the Fermentation Reaction: Influence of the Nature of the Yeast. *Bioorganic Chemistry*. 1996, **24** (4), 319–330. ISSN: 0968-0896

van Leeuwen, C. a Seguin, G. 2006. The Concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*. 2006, **17** (1), 1–10. ISSN: 0957-1264

van Leeuwen, C., Roby, J., Pernet, D., a Bois, B. 2010. Methodology of soil-based zoning for viticultural terroirs. *Bulletin de l'OIV*. 2010, **83** (947), 13–29.

van Leeuwen, C., Friant, P., Chroné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., a Dubourdieu, D. 2004. Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2004, **55** (3), 207–217. ISSN: 0002-9254

Vaudour, Emmanuelle. 2002. The Quality of Grapes and Wine in Relation to Geography: Notions of Terroir at Various Scales. *Journal of Wine Research*. 2002, **13** (2), 117–141. ISSN: 0957-1264

Vilanova, M. a Vilariño, F. 2006. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albariño wine. *Flavour and Fragrance Journal*. 2006, **21** (2), 373–378. ISSN: 1099-1026

Vinciguerra, V., Stevenson, R., Pedneault, K., Poirier, A., Hélie, J.-F., a Widory, D. 2015. Strontium Isotope Characterization of Wines from the Quebec (Canada) terroir. *Procedia Earth and Planetary Science*. 2015, **13**, 252–255. ISSN: 1878-5220

Wachter, H., Christoph, N. a Seifert, S. 2009. Verifying Authenticity of Wine by Mahalanobis Distance and Hypothesis Testing of Stable Isotope Pattern - A Case Study using the EU Wine Databank. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2009, **59**, 237–249. ISSN: 0007-5922

Wang, R., Sun, Q. a Chang, Q. 2015. Soil Types Effect on Grape and Wine Composition in Helan Mountain Area of Ningxia. *PLoS ONE*. 2015, **10** (2), e0116690. ISSN: 1932-6203

Waterhouse, A. L. 2006. Wine Phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2006, **957** (1), 21–36. ISSN: 1749-6632

Wilson, J. E. 1998. *Terroir: the Role of Geology, Climate and Culture in the Making of French Wines*. 1998. 336 s. ISBN-13: 978-0520219366

Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. A., a Lider, L. 1974. *General Viticulture*. Berkley a Los Angeles : University of California Press, 1974. 710 s. ISBN: 0-520-02591-1.

Wolf, T.K. a Boyer, J.D. 2003. Vineyard Site Selection. *Virginia Cooperative Extension*. [Online] 2003. [Citace: 10. 11. 2015.] <http://www.pubs.ext.vt.edu/463/463-020/463-020.html>.

Wooldridge, J. 2000. Geology: A central aspect of terroir. *Winboer*. [Online] 12 2000. [Citace: 18. 11 2009.] <http://www.wynboer.co.za/recentarticles/1200geology.php3>.

Zsófi, Z., Gál, L., Szilágyi, Z., Szüsc, E., Marschall, M., Nagy, Z., a Bálo, B. 2009. Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2009, **15** (1), 36–47. ISSN: 1755-0238

### **Seznam obrázku:**

Obrázek 3-1 Hierarchie Terroir, Bohmrich 2006, v úpravě na Velké Žernoseky .....	9
Obrázek 5-1 Rozmístění stanovišť ve viniční trati Velká Vendule, Kupsa 2016.....	53
Obrázek 10-1 Fotografie půdních profilů S01, S02, S03 a S04 (Kupsa, 2009 a 2016)	116

### **Seznam grafů:**

Graf 5-1 Kanonická diskriminační analýza pro izotopy u ročníku 2013.....	57
Graf 5-2 Kanonická diskriminační analýzy pro izotopy u ročníků 2012 a 2014.....	58
Graf 5-3 Kanonická diskriminační analýza pro izotopy u ročníků 2012 až 2014 .....	58
Graf 5-4 Kanonická diskriminační analýza pro prvky I u ročníku 2014 .....	59
Graf 5-5 Kanonická diskriminační analýza pro prvky u ročníků 2012 a 2013.....	60
Graf 5-6 Kanonická diskriminační analýza pro prvky u všech ročníků .....	61
Graf 5-7 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly II u ročníků 2012 a 2014 .....	62
Graf 5-8 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly I u všech ročníků .....	63
Graf 5-9 Kanonická diskriminační analýza pro fenoly II u všech ročníků.....	63
Graf 5-10 Kanonická analýza pro vybrané parametry pro všechny ročníky .....	65
Graf 5-11 Aromagraf pro zakvašené vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 9. 3. 2015..	71
Graf 5-12 Aromagraf pro zakvašené vzorky vč. ročníku 2012., hodnocení 9. 3. 2015..	71
Graf 5-13 Aromagraf pro spontánní vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 9. 3. 2015...	72
Graf 5-14 Aromagraf pro zakvašené vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015	72
Graf 5-15 Aromagraf pro zakvašené vzorky vč. ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015 .	73
Graf 5-16 Aromagraf pro spontánní vzorky bez ročníku 2012, hodnocení 11. 5. 2015.	73
Graf 5-17 Aromagraf pro všechny vzorky bez ročníku 2012, obě hodnocení .....	74
Graf 5-18 Aromagraf pro všechny vzorky vč. zakvašených r. 2012, obě hodnocení.....	74
Graf 5-19 Aromagraf pro všechny vzorky podle ročníku, obě hodnocení .....	75

## Seznam tabulek:

Tabulka 3-1 Látky obsažené v moštu bobulí podle COOMBA a ILANDA (2005).....	25
Tabulka 3-2 Přehled navrhovaných markerů podle lokality a autorů.....	42
Tabulka 4-1 Seznam provedených laboratorních zkoušek v CTL, Praha.....	47
Tabulka 4-2 Stanovované parametry (veličiny) u zkoušek v CTL, Praha.....	47
Tabulka 5-1 pH a obsah vybraných prvků z jednotlivých stanovišť (v mg.kg <sup>-1</sup> ) .....	55
Tabulka 5-2 Základní analýza moštů.....	55
Tabulka 5-3 Procentuální úspěšnost dílčích kanonických diskriminačních analýz.....	64
Tabulka 5-4 Procentuální úspěšnost dílčích kanonických diskriminačních analýz po rozdělení skupiny fenoly I .....	66
Tabulka 5-5 Obsah prvků v půdě (v mg.kg <sup>-1</sup> ).....	67
Tabulka 5-6 Průměrný obsah prvků ve víně (v mg.l <sup>-1</sup> ).....	67
Tabulka 5-7 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2012 .....	68
Tabulka 5-8 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2013 .....	68
Tabulka 5-9 Korelace obsahů prvků v půdě a ve víně pro ročník 2014 .....	68
Tabulka 5-10 Sensorické hodnocení dle 0.I.V. ....	69
Tabulka 10-1 Sonda S01 – Viniční trať Velká Vendule (Stříbrná) .....	109
Tabulka 10-2 Sonda S02 – Viniční trať Velká Vendule (Velká Stráň) .....	109
Tabulka 10-3 Sonda S03 – Viniční trať Velká Vendule (Nad Boudou).....	110
Tabulka 10-4 Sonda S04 – Viniční trať Velká Vendule (Baumová).....	110
Tabulka 10-5 Výsledky základní chemické analýzy vín .....	111
Tabulka 10-6 Výsledky analýzy izotopových poměrů a obsahu prvků.....	112
Tabulka 10-7 Výsledky analýzy alkoholů a organických kyselin .....	113
Tabulka 10-8 Obsah fenolových kyselin .....	114
Tabulka 10-9 Obsah ostatních fenolových sloučenin .....	115
Tabulka 10-10 Hodnocení dle Parkera 9. 3. 2015 .....	117
Tabulka 10-11 Hodnocení podle Parkera, 11. 5. 2015 .....	118
Tabulka 10-12 Sensorické hodnocení 9. 3. 2015.....	119
Tabulka 10-13 Sensorické hodnocení 11. 5. 2015.....	120