Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko – technologická

Vliv prvkového složení půdy na kvalitu vína

Frederika Mišíková

Bakalářská práce

2018

University of Pardubice

Faculty of Chemical Technology

The effect of chemical elements in soil on the wine quality

Frederika Mišíková

Bachelor thesis

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: **2017/2018**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Frederika Mišíková**
Osobní číslo:	**C15332**
Studijní program:	**B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu:	**Vliv prvkového složení půdy na kvalitu vína**
Zadávající katedra:	**Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování:

1. V úvodu práce vypracujte stručný přehled pěstování a výroby vína.

2. S využitím odborných zahraničních a českých periodik zjistěte, jak ovlivňuje obsah chemických prvků v půdě jejich výskyt a koncentraci v hotovém víně.

3. V experimentální práci zjistěte, zda existuje souvislost mezi obsahem vybraných elementů v půdě a jejich obsahem ve víně. Výsledky kriticky vyhodnoťte a porovnejte s dostupnou literaturou.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.**
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2018**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 2.7. 2018

Frederika Mišíková

PODĚKOVÁNÍ

Velice ráda bych poděkovala především vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Liborovi Červenkovi, Ph.D. za pomoc, vždy ochotný přístup, objektivní připomínky, podporu a důvěru ve vlastní téma. Poděkování také patří Ing. Tereze Šídové, Ph.D. za nesmírnou vstřícnost a pomoc při experimentální části práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Lubomírovi Ivičičovi ze společnosti ALTENBERK VINI a.s. za poskytnutí vzorků vín a hlavně za vnuknutí nápadu na zpracování tohoto tématu. Mým rodičům přísluší srdečné poděkování za to, že mě vedli cestou vzdělání, podporovali ve všech jeho úskalích až do konce a naučili zájmu o kvalitní vína. Na závěr za nekonečnou psychickou oporu děkuji také mému příteli.

Ještě jednou děkuji vám všem!

ANOTACE

Bakalářská práce se zejména věnuje vlivu prvkového složení půdy na kvalitu vyrobeného vína. V teoretické části je charakterizováno hroznové víno nejen z pohledu pěstováni vinné révy a výroby samotného vína, ale i z pohledu chemického složení, klasifikace a účinku na lidský organizmus. Hlavní část teorie se zaměřuje na vinohradnickou půdu, přítomnost chemických prvků v této půdě, výskyt a koncentraci minerálních látek ve víně a na využití znalosti prvkového složení půdy k identifikaci původu vín. V experimentální části byla využita metoda optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem pro stanovení vybraných prvků (draslík, fosfor, hořčík a vápník) ve víně. Také jsou zde zpracovány a vyhodnoceny naměřené hodnoty s patřičným popisem dat a porovnáním s dostupnou literaturou.

KLÍČOVÁ SLOVA

víno, půda, kvalita, chemické prvky, minerální látky

TITLE

The effect of chemical elements in soil on the wine quality.

ANNOTATION

The bachelor thesis is concerning the influence of elemental composition of soil on the quality of produced wine. In the theoretical part, grape wine is characterized not only from the perspective of cultivation of grapevine and production of wine alone but from the perspective of chemical composition, classification and it's effect on human organism as well. The main part of theory is focusing on vineyard soil, presence of chemical elements in such a soil, occurence and concentration of mineral substances in wine and on usage of knowledge of elemental composition of soil to identify the wine origin. In the experimental part for determination of selected elements (potassium, phosphorus, magnesium and calcium) in wine, the method of inductively coupled plasma mass spectrometry was used. The measured values are also processed and evaluated here with respective data description and comparison with available literature.

KEYWORDS

wine; soil; quality; chemical elements; mineral substances

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ 11

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ 12

SEZNAM ZKATEK 13

ÚVOD 14

1 METODIKA HLEDÁNÍ 15

TEORETICKÁ ČÁST 16

2 HROZNOVÉ VÍNO A JEHO VÝROBA 16

2.1 Hroznové víno 16

2.1.1 Chemická povaha vína a její souvis s kvalitou 16

2.1.2 Klasifikace vína 18

2.1.3 Víno a zdraví člověka 19

2.2 Pěstování vinné révy 20

2.2.1 Vinná réva (lat. Vitis vinifera) 20

2.2.2 Výsadba a ošetření 22

2.2.3 Výživa 23

2.3 Výroba vína 24

2.3.1 Sběr a výběr hroznů 24

2.3.2 Zpracování hroznů na rmut 24

2.3.3 Lisování 25

2.3.4 Úpravy moštu před fermentací 25

2.3.5 Fermentace moštu 26

2.3.6 Zrání, stáčení a stárnutí vína 27

3 CHEMICKÉ PRVKY V PŮDĚ A JEJICH VLIV NA VÍNO 28
3.1 Vinohradnická půda 28
3.2 Chemické prvky v půdě důležité pro výživu vinné révy 30
3.2.1 Makroživiny 31
3.2.2 Mikroživiny 35
3.2.3 Korelace mezi makro a mikroživinami 38
3.3 Výskyt a koncentrace minerálních látek ve víně 40
3.3.1 Minerální látky ve výživě člověka 41
3.4 Identifikace původu vín podle prvkového složení půdy 44
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST 46
4 SPOJITOST MEZI OBSAHEM K, P, Mg, Ca V PŮDĚ A JEJICH KONCENTRACÍ VE VÍNĚ 46
4.1 Použité laboratorní vybavení 46
4.1.1 Chemikálie 46
4.1.2 Přístroje 46
4.1.3 Pomůcky 46
4.2 Příprava roztoků 46
4.2.1 Příprava 2 mol/l roztoku HNO_3 46
4.2.2 Příprava kalibračních roztoků 46
4.3 Vzorky 47
4.3.1 Popis vybraných odrůd 48
4.3.2 Odběr a úprava vzorků 50
4.4 Použitá přístrojová technika 50
4.4.1 ICP-OES spektrometr GBC Integra XL 2 50
4.4.2 Software 52

4.5 Výsledky a diskuze 52

4.5.1 Draslík 53

4.5.2 Fosfor 56

4.5.3 Hořčík 59

4.5.4 Vápník 61

4.5.5 Souvislost mezi obsahem prvků v půdě a jeho výskytem ve vínech 64

5 ZÁVĚR 66

6 POUŽITÁ LITERATURA 67

7 PŘÍLOHY 72

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 *Podzemní i nadzemní orgány keře vinné révy* 21

Obrázek 2 *Typické symptomy nedostatku a nadbytku živin* 38

Obrázek 3 *ICP-OES spektrometr GBC Integra XL 2* 51

Obrázek 4 *Závislost koncentrace draslíku na barvě vína* 55

Obrázek 5 *Závislost koncentrace draslíku na roku sklizně* 56

Obrázek 6 *Závislost koncentrace fosforu na barvě vína* 58

Obrázek 7 *Závislost koncentrace fosforu na roku sklizně* 58

Obrázek 8 *Závislost koncentrace hořčíku na barvě vína* 60

Obrázek 9 *Závislost koncentrace hořčíku na roku sklizně* 61

Obrázek 10 *Závislost koncentrace vápníku na barvě vína* 63

Obrázek 11 *Závislost koncentrace vápníku na roku sklizně* 63

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1 *Nejběžnější iontové formy makro a mikroživin* 30

Tabulka 2 *Odběr makroživin vinnou révou na rok/ha s úrodou 10 t/ha* 35

Tabulka 3 *Vzájemné vztahy mezi příjmem živin* 39

Tabulka 4 *Přehled koncentrací některých prvků ve víně* 41

Tabulka 5 *Doporučený denní příjem makroprvků v mg/den* 42

Tabulka 6 *Doporučený denní příjem stopových a ultrastopových prvků v mg/den* 42

Tabulka 7 *Přehled koncentrací jednotlivých kalibračních roztoků* 47

Tabulka 8 *Seznam vzorků vín použitých pro analýzu minerálních látek* 47

Tabulka 9 *Parametry nastavení ICP-OES spektrometru GBC Integra XL 2* 51

Tabulka 10 *Limity detekce (LOD) pro měřené prvky na všech spektrálních čarách* 52

Tabulka 11 *Hodnoty mediánu pro průměrné koncentrace prvků v půdě v mg/kg a ve vínech v mg/l* 64

Graf 1 *Obsah draslíku v závislosti na odrůdě a roku sklizně* 55

Graf 2 *Obsah fosforu v závislosti na odrůdě a roku sklizně* 57

Graf 3 *Obsah hořčíku v závislosti na odrůdě a roku sklizně* 60

Graf 4 *Obsah vápníku v závislosti na odrůdě a roku sklizně* 62

Graf 5 *Procentuální zastoupení vybraných prvků v půdě* 65

Graf 6 *Procentuální zastoupení vybraných prvků ve vínech* 65

SEZNAM ZKATEK

ADP	Adenosindifosfát
AM	Arbuskulární mykorhiza
ATP	Adenosintrifosfát
DDD	Doporučená denní dávka
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
DOC	Označení kontrolovaného původu potravinářských výrobků v Itálii
ICP-OES	Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
LDL	Nízkodenzitní lipoprotein – cholesterol
LOD	Limit detekce
N	Počet měření
°NM	Stupeň normalizovaného moštoměru
NPK	Průmyslové hnojivo s obsahem dusíku, fosforu a draslíku v různém poměru

ÚVOD

Víno, alkoholický nápoj vyroben z bobulí vinné révy (lat. *Vitis vinifera*) alkoholovým kvašením rmutu nebo moštu, patří mezi jedny z chemicky nesložitějších kapalin. Často se na víno nahlíží jenom jako na nápoj s omamnými účinky na lidský organizmus. Jeho krásy jsou však podstatně hlouběji a je nutné dívat se na něj nejen z pohledu složení jak kyselin, cukru a alkoholu, ale i z pohledu přítomnosti minerálních látek, které jsou pro celkový dojem stejně důležité. Největším kouzlem vína je jeho jedinečnost a neopakovatelnost. Každá jedna láhev vína je jiná nejen díky barvě, odrůdě, ročníku, zbytkovému cukru a obsahu alkoholu, ale také díky příležitosti, lidem okolo a momentu, kdy se víno otevře a pije.

Dosažení komplexně harmonického vína s vyváženou a plnou chutí je velice náročný proces začínající výběrem vhodné půdy pro vysázení vinné révy a končící správným skladováním láhve. Na tento dlouhý a namáhavý proces mají vliv nejrůznější faktory, jako např. složení půdy, klimatické podmínky, zásahy pěstitele, způsob sběru hroznů, používání chemikálií, fermentace, konečné úpravy vína a mnoho dalších. Soubor těchto vlivů dodává vínu jeho nezaměnitelný charakter označován francouzským pojmem „terroir“, který nejlépe vystihuje mimořádné spojení půdy, klimatu, vinné révy a vinaře.

Obsah minerálních látek v půdě a jejich přechod do rostliny a samozřejmě i vína je proto zajímavým tématem s doposud nejasnými závěry. Velkým zájmem v této oblasti je v poslední době hledání nejlepších metod pro určování původu vín podle jedinečného složení půdy. Analýzy vlivu složení půdy na víno jsou proto podnětné jednak pro budoucí studie, jednak pro racionalizaci pěstování vinné révy.

Jeden z cílů teoretického zpracování této bakalářské práce je pěstování vinné révy jako kulturní plodiny a proces výroby vína. Také je v práci popsáno složení vína, jeho základní klasifikace a působení na lidské zdraví. Hlavním tématem zájmu v literární rešerši je vliv obsahu chemických prvků v půdě a jejich výskyt a koncentrace ve víně. Objasněna je v práci i vinohradnická půda jako prostředí pro pěstování vinné révy a jednotlivé makro a mikroživiny potřebné pro výživu rostliny. Práce uvádí možnost využití prvkového složení půdy k identifikaci zeměpisného původu vín. Jako cíl experimentální části bylo stanoveno posouzení existence vztahu mezi obsahem 4 vybraných prvků (K, P, Mg, Ca) v půdě a jejich koncentrací ve vybraných 14 vzorcích vín za pomoci stopové analytické metody optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem.

1 METODIKA HLEDÁNÍ

Literatura použita pro tuto bakalářskou práci byla vyhledávána jak v knižní formě, tak i ve formě elektronických článků a webových stránek. Knižní publikace byly zapůjčeny z knihovny Slovenská národná knižnica v Martine v počtu 10 knih a z Univerzitní knihovny Univerzity Pardubice 5 knih. Elektronické dokumenty byly vyhledány prostřednictvím elektronického databázového zdroje Scopus, který poskytuje rozsáhlou nabídku vědecké a odborné literatury. Doplňkové vyhledávání bylo zprostředkováno internetovým vyhledávačem Google.

Klíčová slova při prvním vyhledávání dne 21. dubna 2018 v elektronické databáze Scopus byla *wine* and *mineral* or *minerals* and *soil* or *soils* s omezením na roky 2016, 2017 a 2018, kdy vyhledalo 21 dokumentů a po přečtení názvů a abstraktů bylo vybráno 7 vhodných dokumentů. Pro druhé vyhledávání byla zadána slova *grape* or *grapes* and *mineral* or *minerals* and *soil* or *soils* také s omezením na roky 2016, 2017 a 2018. Vyhledáno bylo 31 dokumentů, ze kterých byly vybrány další dva související dokumenty. Dále byla dne 15. května 2018 vyhledávána fráze *French paradox* and *wine* pro rok 2018 s dvěma výsledky a následně vybraným jedním příhodným článkem. Dne 9. června 2018 byla v databáze vyhledána klíčová slova *wine* and *mineral* or *minerals* and *concentration* or *content* and *magnesium* and *phosphorus* s omezením na roky 2016, 2017, 2018. Nalezeno bylo 12 dokumentů, ze kterých tři odpovídaly probírané problematice.

Vyhledávání v knihovnách bylo zaměřeno na klíčová slova, jako jsou víno, vinná réva, hrozny, technologie, výroba, pěstování, minerální látky, půda, výživa, vitamíny.

TEORETICKÁ ČÁST

2 HROZNOVÉ VÍNO A JEHO VÝROBA

„*Víno je jeden z významných symbolů vzdělanosti*.“ E. Hemingway (Fic, 2015).

2.1 Hroznové víno

Víno, produkt vyroben alkoholovou fermentací moštu nebo rmutu z bobulí révy vinné, se už dlouhé tisíciletí považuje za hodnotný nápoj nejen pro své posilňující a uklidňující účinky, ale i pro svůj blahodárný vliv na trávení. Bylo nezbytnou součástí jak slavnostních příležitostí, tak i náboženských a obětních obřadů. Inspirovat se jím nechalo mnoho umělců či architektů, což dokazují výjevy révy vinné nebo sklenice vína již na středověkých stavbách, fresky v katedrálách a spousty obrazů a soch. Víno se časem stalo jedním z nejstarších, nejpřirozenějších a nejzdravějších nápojů lidstva (Fic, 2015; Farkaš, 1980).

2.1.1 Chemická povaha vína a její souvis s kvalitou

Z hlediska výživových hodnot se víno řadí mezi pochutiny, avšak obsahuje mnoho různých látek, které jsou nevyhnutné pro výživu člověka (Farkaš, 1998).

Nejvíce zastoupena chemická látka ve víně je voda, a to kolem 80–92 % u běžných vín. Vyskytuje se v podobě intracelulární nebo extracelulární. Voda je pro polární a málo polární látky a ve spojitosti s ethanolem i pro spoustu nepolárních látek výborným rozpouštědlem (Farkaš, 1983; Fic, 2015).

Druhá nejdůležitější látka s podílem mezi 8–9 % (u některých druhů až 20 %) objemu je ze skupiny alkoholů ethanol, vznikající při alkoholové fermentaci cukru. Jeho obsah závisí zejména na množství zkvasitelných cukrů v moštu, druhu a kmenu kvasinek, fermentační teplotě a obsahu živin v moštu. Ve víně se také mohou vyskytovat i jiné alkoholy, a to methanol, některé vyšší alkoholy, 2,3-butandiol, glycerol a D-glucitol. V mikrobiálně znehodnocených vínech se objevuje i D-mannitol a senzoricky jsou pak označována jako vína s octovým aromatem (Fic, 2015; Koplík).

Další významnou částí složení vína jsou cukry, hlavně D-glukóza a D-fruktóza. Přítomnost těchto monosacharidů způsobuje sladkou chuť a ovlivňuje kvalitu, plnost, texturu a extrakt vína. Snížením množství cukru v moštu se objevuje v konečném produktu hořkost,

kyselost a tříslovitost. Úplně fermentovaná suchá vína obsahují hlavně arabinózu, rhamnózu a xylózu (Farkaš, 1983; Fic, 2015; Koplík).

Mezi rozšířené sekundární metabolity rostlin patří organické karboxylové kyseliny s obecným vzorcem R-COOH. Jejich senzorický a technologický význam hraje velkou roli v chuti a aromatu a zároveň přímo i nepřímo působí na stabilitu a kvalitu vína. Karboxylové kyseliny v moštu a ve víně se dělí na celkové, titrovatelné a těkavé. Vysoké množství těkavých kyselin může způsobovat negativní dopad na chuť. Optimální koncentrace těkavých kyselin je mezi 1,08–2,40 g/l v přepočtu na kyselinu octovou. Kromě kyseliny octové patří mezi karboxylové kyseliny přítomné ve víně i kyselina vinná, jablečná, mléčná, citronová a jantarová. Hodnota pH spojená s množstvím kyselin je důležitým parametrem kvality. V čase zrání vína se mění v rozmezí 2,8–3,8. Nejkvalitnější vína mají hodnotu pH mezi 3,1–3,3 (Farkaš, 1983; Fic, 2015).

Do vína se dostávají také minerální látky přítomné hlavně ve vinohradnické půdě. Stanovují se jako popel a jejich celkový obsah se pohybuje v rozmezí 1,5–4 g/l. Z minerálních látek se ve víně vyskytují zejména draslík, fosfor, vápník, síra, hořčík, křemík, chlór, sodík, železo a bór. Tyto elementy napomáhají při biochemických a fyzikálně-chemických procesech. Kvašením a čištěním vína je mnoho minerálních látek vysráženo a tím se zmenšuje jejich obsah ve víně naproti původnímu obsahu v moštu (Farkaš, 1983; Fic, 2015; Mlček et al., 2018).

Za barvu, hořkou a tříslovitou chuť a za antioxidační účinky jsou zodpovědné fenolové látky a třísloviny, které jsou do vína uvolňovány nakvašením. Obsah závisí na odrůdě hroznů určených pro výrobu. Technologickým procesem výroby vína se snižuje množství těchto významných senzorických a technologických látek až na 10–50 % z původního množství v bobulích. Jakožto fenolové látky a třísloviny definujeme ve víně zejména fenolové kyseliny a jejich deriváty, flavonoly, anthokyany a flavan-3-oly označovány jako taniny (Balík, 2010; Fic, 2015).

Podstatným zdrojem výživy kvasinek v procesu fermentace jsou dusíkaté látky, které mají bezprostřední vliv na kvalitu vína. Díky výskytu dusíku v anorganické a organické formě v bobulích se ve výsledném produktu tvoří aromatické látky. Zásobárnou dusíkatých sloučenin jsou především bílkoviny, aminokyseliny a sloučeniny s obsahem dusíku v amonné formě. Výskytem enzymů jako katalyzátorů biochemických reakcí ve víně se zvyšuje dostupnost dusíku pro kvasinky (Farkaš, 1983; Fic, 2015).

Vitamíny nacházející se v bobulích a následně i ve víně jsou zásadní pro metabolizmus kvasinek. Jsou to hlavně vitamíny B_1 – thiamin, B_2 – riboflavin, B_3 – niacin, B_5 – kyselina pantothenová, B_6 – pyridoxin, B_8 – cholin, B_9 – kyselina listová, B_{12} – kobalamin, H – biotin a P – bioflavonoidy. Množství závisí na odrůdě hroznů, klimatických podmínkách a způsobu zpracování. Důsledkem překvašení moštu kvasinkami se částečně sníží koncentrace některých vitamínů, stejně jako se koncentrace některých vitamínů zvýší, jako například vitamínu B_{12} (Farkaš, 1983; Farkaš, 1998).

Z pohledu chemického složení vína reprezentují aromatické a buketní látky pouze neznatelnou část, nicméně jsou to látky, které dodávají vínu jeho originální konečnou podobu. Pod tímto názvem se označuje heterogenní směs těkavých organických sloučenin, které vznikají přirozenou látkovou výměnou v průběhu zrání hroznů. Patří sem alkoholy, karbonylové kyseliny, estery, těkavé kyseliny, terpenoidy, norisoprenoidy a methoxypyraziny, které mají za následek příjemná aromata, ale i těkavé fenoly a vonné thioly zapříčiňující nežádoucí aroma a vady vína (Farkaš, 1983; Fic, 2015).

Oxid siřičitý (SO_2) v plynné podobě je nejpoužívanější prostředek pro konzervaci vín proti mikrobiálnímu znehodnocení a pro stabilizaci. Naproti tomu se oxid uhličitý do vína nepřidává, ale vzniká jako konečný produkt procesu fermentace a dalších metabolických procesů (Fic, 2015).

2.1.2 Klasifikace vína

Nejzákladnější dělení je na vína přírodní a upravovaná. Dále se člení dle barvy na bílá, růžová a červená (Kirk a Othmer, 1984).

Členění podle zbytkového cukru:

- suché – maximálně 4 g/l vína.
- polosuché – v rozmezí 4–12 g/l vína.
- polosladké – v rozmezí 12–45 g/l vína.
- sladké – nad 45 g/l vína (zákon č. 321/2004 Sb.).

Členění podle původu hroznů a jejich složení:

- stolní – hrozny pocházejí z jakékoli země v EU z odrůd moštových i neregistrovaných.
- zemské – hrozny pocházejí z tuzemských vinic pro jakostní vína nebo registrovaných odrůd s výnosem nepřesahujícím 12 t/ha a cukernatostí minimálně 14 °NM.

- jakostní – hrozny pocházejí pouze z jedné tuzemské oblasti, kde výroba vína také proběhla s výnosem do 12 t/ha a cukernatosti minimálně 15 °NM (zákon č. 321/2004 Sb.; http://www.kna.cz/mesni-vina/rozdeleni-vin-podle-druhu-a-kvality.html).

Členění podle přívlastku jakostního vína:

- kabinetní – vyrobeno z moštu s cukernatostí mezi 19–21 °NM.
- pozdní sběr – sběr hroznů v pozdějším termínu, kdy cukernatost dosáhla 21–24 °NM.
- výběr z hroznů – vyzrálé hrozny s dosaženou cukernatostí 24–27 °NM.
- výběr z bobulí – vybírané hrozny s dlouhou dobou zrání a cukernatostí moštu alespoň 27 °NM.
- slámové – hrozny s cukernatostí alespoň 27 °NM, které se během tří měsíců po sklizni dosušovaly na slámě nebo rákosí, případně byly pověšené v náležitě větrané místnosti.
- ledové – lisované zmrzlé hrozny po sklizni při teplotě minimálně −7 °C a nejméně s cukernatostí 27 °NM.
- výběr z cibéb – název odvozen od podoby hroznů po neobvykle dlouhém zrání, kdy se bobule začínají měnit na hrozinky (cibéby) a dosáhnou cukernatosti 32 °NM (zákon č. 321/2004 Sb.; http://www.kna.cz/mesni-vina/rozdeleni-vin-podle-druhu-a-kvality.html).

2.1.3 Víno a zdraví člověka

Prví zmínky o příznivém dopadu vína na lidské zdraví byly už v roce 1979. Eskalovaný zájem o spojení vína a kardiovaskulárních nemocí však nastal až po uveřejnění termínu „francouzský paradox“ v roce 1992 francouzským lékařským výzkumníkem Serge Renaudem. Paradox spočívá v dobrém zdravotním stavu Francouzů z pohledu koronárních onemocnění srdce zásluhou pravidelného, ale přiměřeného pití červeného vína navzdory konzumaci jídel bohatých na nasycené tuky (Fragopoulou et al., 2018; Frank, 2012).

Konzumace adekvátního množství bílého a červeného vína má kladný účinek na lidský organizmus z hlediska profylaktického i léčebného. Pozitivní vliv vína je dokázán v oblasti žaludečních nemocí, poruchy látkové výměny, anémie, a především kardiovaskulárních onemocnění (Braun a Vanek, 2003; Farkaš, 1998).

Hrozny vinné révy jsou relativně vydatným zdrojem resveratrolu, přírodního polyfenolového antioxidantu, eliminujícího nebezpečí infarktu a cévní mozkové příhody. Utlumuje krevní srážlivost, brání vytvoření sraženin a předchází vzniku ischemické nemoci

srdce omezením produkce LDL cholesterolu. V červených vínech je průměrná koncentrace resveratrolu kolem 2–6 mg/l (Barantal et al., 2015; Braun a Vanek, 2003).

Dalším vzácným flavonoidem ze skupiny polyfenolů obsažených ve víně je kvercetin likvidující několik rakovinotvorných látek, znemožňující poruchy buněčné DNA, působící protizánětlivě, antibakteriálně, antifungicidně a antivirově. Jeho výhodou je nezničitelnost účinky vysoké nebo naopak nízké teploty (Barantal et al., 2015).

Vědecky bylo zjištěno, že mírné a regulérní pití vína může snižovat riziko srdcového infarktu zhruba o 30 % na rozdíl od úplné abstinence nebo vážného alkoholizmu. Spojitost mezi přítomným ethanolem a polyfenolovými látkami, převážné vitamínem P (bioflavonoidy), dodává červenému vínu jeho léčivé a protiinfarktové vlastnosti. Patřičná denní dávka ethanolu představuje 20–30 g obsažených v 0,25–0,40 l vína v závislosti na druhu. Samozřejmě nadměrné požívání vína způsobuje zhoršení zdravotního stavu konzumenta, stejně jako nadbytečný přísun neškodných potravin typu cukr a sůl (Farkaš, 1998; Fragopoulou et al., 2018).

Zásluhou vzácného složení hroznů révy vinné a alkoholové fermentace se víno stalo antiseptickým, bakteriocidním, léčivým, a hlavně neodmyslitelným nápojem pro lidstvo (Farkaš, 1983; Farkaš, 1998).

2.2 Pěstování vinné révy

Vinná réva je velice starou kulturní rostlinou, která prožila své období úpadku i rozkvětu až dodnes, kdy je jednou z nejdůležitějších ovocných plodin na světě a pěstuje se nejenom pro výrobu vína, ale i pro výrobu moštů a sirupů, konzumaci čerstvých hroznů a sušení na rozinky. Sušené rozinky jsou například oblíbeným jídlem už od roku 1490 p. n. l. díky své výživové hodnotě a obsahu minerálních látek (K, Fe, Ca, Mg, Na, Cr, Mn, Ni). Samotné pěstování je náročné nikoli jen z hlediska vědomostí, ale i kvůli času strávenému ve vinohradu v průběhu celého roku od zimy do zimy (Ateş et al., 2016; Braun a Vanek, 2003; Lisek et al., 2016).

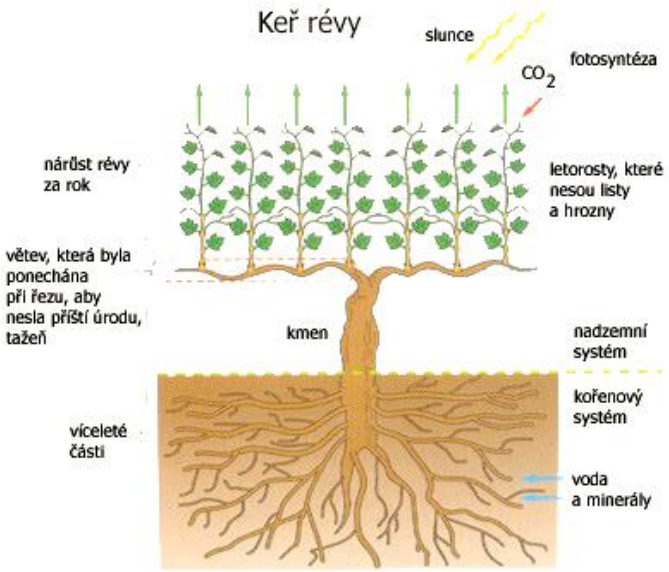
2.2.1 Vinná réva (lat. *Vitis vinifera*)

Podle systémového zařazení patří do podříše vyšší rostliny, oddělení krytosemenné, třídy dvouděložné, do řádu révotvaré, do čeledě révovité, rod réva. Pro úspěšné pěstitelství vinné révy je potřebné znát základní pěstitelské zásady nevyjímaje nejzákladnější morfologickou stavbu a fyziologii rostliny. Z morfologického hlediska se u révy rozlišují podzemní a nadzemní orgány (Braun a Vanek, 2003; Krempa, 2010).

V půdě pod zemí má réva kořenový kmen, zhrubnutou část nadzemního odřezku a kořeny s funkcí upevnění rostliny v půdě a přívodu vody a živin. Kořenový kmen zasahuje běžně do hloubky 30–35 cm, v suchých nebo písečných půdách až do hloubky 60 cm. Hlavní kořeny jsou rozrostlé do hloubky kolem 1,5–8 metrů, kde mohou vytrvat i v obdobích intenzivních mrazů. V hloubce 15–45 cm se nacházejí vedlejší kořeny vytvářející mnoho kořenových vlásků. Tyto vlásky absorbují živiny pro rostlinu a podporují dobrý růst viničního keře. Nežádoucí kořeny jsou povrchové pro jejich schopnost přebrat funkci hlavních a vedlejších kořenů a tím způsobit zakrsnutí a odumření keře. V polních podmínkách jsou kořeny obvykle kolonizovány arbuskulárními mykorhizními (AM) houbami významnými pro normální růst a vývoj rostliny. Vztah mezi AM houbami a vinnou révou je oboustranně výhodný, kdy houba poskytuje révě minerální látky z půdy (např. fosfor, dusík, železo, měď, zinek) a rostlina opětovně vyživuje houbu organickými látkami vyrobenými fotosyntézou (Braun a Vanek, 2003; Lisek et al., 2016).

Kořenovým krčkem rostlina prochází do své nadzemní části skládající se ze starého, dvojletého, jednoletého dřeva a letorostů. Nejmladší část letorost nese očka, listy, úponky, květy a zálistky. Tvar střídavě protistojných listů je pro každou odrůdu charakteristickým znakem. Fáze kvitnutí je obyčejně začátkem až koncem června. Z 200–400 květu tvořících střapec je oplodněna jenom část a zbytek opadá. Plodem jsou bobule a se svou jedinečnou chutí, barvou, velikostí a tvarem sebe i střapce jsou také příznačným atributem pro danou odrůdu (Braun a Vanek, 2003). Obrázek 1 zobrazuje a popisuje keř vinné révy s jejími nadzemními i podzemními orgány.

Obrázek 1 Podzemní i nadzemní orgány keře vinné révy (http://www.bioagens.eu/pestovani-revy-vinne)



Povrch bobule je tvořen z 9–11 % slupkou většinou pokrytou tenkou vrstvičkou vosku pro ochranu před přílišným dýcháním a mikroorganizmy. Slupka, obsahující cukry, kyseliny, třísloviny, barviva, aromatické, dusíkaté a minerální látky, chrání dužinu, která je v případě moštových druhů šťavnatá a zastoupena z 85–90 %. Hlavní částí dužiny jsou cukry (10–30 i více %), glukóza a fruktóza. Dále je složena z organických kyselin (vinná a jablečná), dusíkatých a minerálních látek, enzymů a vitamínů. V dužině se nacházejí semena s koncentrací tříslovin 3–6 % a koncentrací olejů 10–20 %. Semena jsou také zdrojem sacharidů, bílkovin, celulózy a minerálních látek. Součástí hroznu ze 3–5 % hmotnosti je i stopka. Nevyzrálé a zelené stopky jsou zodpovědné za nepříznivý vliv na kvalitu vína na rozdíl od zdřevnatělých stopek, které tento vliv ztrácejí. Modré hrozny určeny k výrobě červených vín mají převážně barvivo pouze ve slupce a dužina je nezbarvena. Typickou barvu dodávají červeným vínům tedy nakvašené nebo tepelně upravené slupky (Braun a Vanek, 2003; Farkaš, 1983).

Hrozny jsou surovinou pro výrobu přírodních vín, stejně tak i vín dezertních, šumivých a vinných destilátů. Odrůdy hroznů se od sebe značně liší, což má za následek rozdíly v kvalitě jednotlivých vín a rozmezí cenových relací (Farkaš, 1983).

2.2.2 Výsadba a ošetření

Vinná réva má pro svůj růst v oblibě lehčí, dobře provzdušněné půdy s hojným zastoupením humusu a živin. Nejdříve je potřebné vykolíkování území a vykopání jamek pro sazenice do hloubky 30–35 cm. Na dno jamek se uloží vrstva kompostu nebo dobře úrodné půdy. Sazenice se následně položí do jamky, kořeny se stejnoměrně roztáhnou a zasypou zeminou. Ta se pořádně utlačí a zalije 2–10 l vody (Braun a Vanek, 2003; Vanek, 1996).

Během prvního roku je nutné starat se o bezplevelný stav vinohradu, nepřetržité kypření půdy, v období sucha i zavlažování a ochranu před chorobami a škůdci použitím např. Novoziru MN 80[1] nebo Kuprikolu 50[2], protože zdravotní stav mladé sazenice ovlivňuje růst a celkový úspěch na ujmutí se rostliny. Důležitým aspektem práce na začátku pěstování je likvidace nadzemních kořínků. Dodatečné zavlažování se často spojuje i s hnojením, použitím např. Cereritu (univerzální hnojivo) nebo NPK. V průběhu druhého roku se postupuje stejným způsobem a začíná se první obřezávání výhonků a příprava trvalé opory pro keře. Postřiky 1% Oleoekaluxem[3] při pučení nebo 4–5% Sulkou[4] před pučením chrání révu v průběhu

[1] „Organický“ fungicidní přípravek proti peronospoře vinné révy s účinnou látkou mancozeb (Braun a Vanek, 2003).
[2] Mědnatý fungicidní přípravek proti peronospoře vinné révy s účinnou látkou oxychlorid mědi (Braun a Vanek, 2003).
[3] Insekticidní přípravek pro integrovanou produkci vinné révy s účinnou látkou tiofosfát + olej (Braun a Vanek, 2003).
[4] Insekticidní přípravek pro integrovanou produkci vinné révy s účinnou látkou polysulfid-Ca (Braun a Vanek, 2003).

vegetace před škůdci a nemocemi jako kadeřavost a plstnatost. Prostředky s obsahem mědi jsou využívány k postřikům proti peronospoře. První úroda může být očekávána už v třetím roce růstu. Podstatným úkonem před sklizní v tomto roce bývá opět odstraňování přebytečných výhonků z důvodu opatření správného tvaru, náležitého zdraví a vzdušného keře (Braun a Vanek, 2003).

Kvetení je počátkem etapy růstu hroznů a trvá po dobu 40–45 dnů. Růst bobulí je intenzivní, avšak obsah cukru narůstá jenom nepostřehnutelně. Naproti tomu obsah kyselin stoupá mnohem lépe až k hodnotám 35 g/l. Následné zrání provází měknutí bobulí, přesun cukru z listů do hroznů a změna barvy ze zelené na zelenožlutou při bílých odrůdách a na červenou až modročervenou při modrých odrůdách. Také nastává snížení původního obsahu kyselin a vznik aromatických látek umístěných v slupce. Po vyzrání se hrozny mohou posbírat nebo ponechat na keři pro další dozrávání, díky čemuž se dosáhne relativního přírůstku koncentrace cukru z důvodu odpaření vody a výjimečně i vytvoření ušlechtilé plísně *Botrytis cinerea* (plíseň šedá), která narušuje slupku bobule a dodává vínům specifickou příchuť (Farkaš, 1998).

2.2.3 Výživa

Organická hnojiva jsou využívána nejen k dodání živin do půdy, ale i k obohacení o humus, zkvalitnění fyzikálních vlastností a zachování drobno-hrudkovité struktury. Půdní podmínky a pojetí živin půdou jsou významnými činiteli zužitkovatelnosti živin poskytovaných průmyslově vyráběnými hnojivy, které se doplňují do půdy z důvodu jejich odčerpávání rostlinou. Z 80 % je předpokládaná největší využitelnost dusíku, z 60 % draslíku a menší využitelnosti fosforu, hořčíku pouze ze 40 %. Vícesložková hnojiva nejsou proto vždy nejlepší variantou a je nutné použití jednosložkových doplňkových hnojiv pro kompenzaci nevstřebaných makro nebo mikroživin. Hnojiva jsou do půdy vpracovávána plečkováním nebo okopáváním (Braun a Vanek, 2003).

Doplňkovým hnojením může být i mimokořenová výživa prostřednictvím listů za použití vícesložkových nebo jednosložkových hnojiv. Této metody se obvykle užívá v případě, že kořeny nejsou schopny přijímat potřebné množství živin z půdy v důsledku velkého sucha nebo nežádoucích půdních podmínek (Braun a Vanek, 2003).

2.3 Výroba vína

2.3.1 Sběr a výběr hroznů

Sběr hroznů a pečlivá kontrola jejich jakosti je počátkem výroby kvalitního vína. Hlídané jsou znaky jako odrůda, jakostní třída, stupeň fenologické zralosti, obsah kyseliny vinné a jablečné, hodnota pH, zdravotní stav bobulí a počasí. Dle vyhodnocení těchto znaků je následně vybrána metoda zpracování hroznů a úpravy moštu před fermentací (Beneš, 2017; Farkaš, 1983).

Doba sběru a vyzrálost ovlivňuje obsah cukru a kyselin v moštu a tím potřebu jeho úprav před kvašením. Pozdější sběr díky příznivému počasí je zárukou kvalitnějšího vína s výraznou odrůdovou vůní a charakterem. Stupeň zralosti hroznů, a tedy jejich cukernatost, stanovována jednoduše refraktometrem nebo normalizovaným moštoměrem je zásadní aspekt pro další úpravu moštu a přiřazení označení a přívlastku, které dodávají cenovou hodnotu vyrobenému vínu (Beneš, 2017; Farkaš, 1983; Farkaš, 1998).

Vlastní charakter hroznů (tvar, velikost, barva a chuť) určuje danou odrůdu a jakostní třídu sbíraného plodu. Podle znalosti odrůdy a její kvality se rozhoduje, jestli bude zpracována jako jednodruhová, směs ve zvoleném poměru, nebo bude pro nevyhovující znaky přeřazena do nižší cenové kategorie (Farkaš, 1983).

Samotný sběr hroznů se už od 70. let pro velké vinohrady zmechanizoval používáním sběrným kombajnů, skládajících se z ústrojí pro sklizeň a zachycení, třídicí mechanizace, dopravníku a zásobníku. Výhodami jsou rychlost (2–4 hodiny na hektar vinice), sklízení pouze bobulí a následné vynechání odstopkování. Vysoká kupní cena, neuskutečnitelnost kvalitativního třídění, větší množství listů, a především neopatrné chování k rostlině jsou velkými nevýhodami plné mechanizace sběru. Tudíž pro dosažení nejvyšší kvality je ruční sklizeň pořád nejlepší metodou sběru, kdy je možnost vyřazení nevhodných bobulí a naopak vybrání pouze nejzdravějších a nejlépe vyzrálých. Značným negativem ručního sběru je jeho časová náročnost a pro dnešní dobu nepopulárnost jakožto práce (Beneš, 2017).

2.3.2 Zpracování hroznů na rmut

Úprava hroznů je dělená podle odrůdy a jakostní třídy a nutná do 24 hodin od sběru, v případě mechanického sběru do 12 hodin. Před zpracováním se hrozny ještě váží a měří se cukernatost. Následně se bobule melou mlýnkem pro lepší výtěžnost pozdějšího lisování s ohledem na zachování semen a stopek, které by po rozdrcení dodávaly vínu nepříjemnou chuť.

Suspenze vzniklá mletím s přítomnými stopkami se nazývá rmut. Odzrnění obvykle probíhá v procesu mletí s pomocí mlýnkoodzrňovače s možným čerpadlem pro přímý přesun rmutu do nádob na nakvašení nebo do lisů (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

Aromatické látky a barviva se macerují do moštu nakvašením vhodným pro bílé aromatické odrůdy po dobu 12–24 hodin a všechny modré odrůdy po dobu 2–10 dní i déle. Významným činitelem je při nakvašení teplota, kdy je její zvýšení příznivé a pokles naopak zpomaluje celý proces. K urychlení se dá také využít pektolytický enzym, který napomáhá rozkladu hroznů a usnadňuje další lisování, číření a filtraci (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

2.3.3 Lisování

Před lisováním je vhodné rmut scedit v cedicích nádržích na mošt, což ulehčuje proces lisování neboli oddělení kapalné fáze od tuhé. Faktory usměrňující stupeň lisování a jeho intenzitu a rychlost jsou vyvinutý tlak při lisování, konstrukce lisovacího zařízení, konzistence rmutu, stupeň zralosti hroznů a odrůda (Farkaš, 1983; Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

Optimální odtečení kapalné fáze na začátku lisování se dosáhne aplikací relativně nižšího tlaku. Pomalé zvýšení tlaku může nastat po odtečení moštu se střídavým intervalem nárůstu a poklesu tlaku. Samotné lisování se odehrává v různých lisových systémech s vlastním pracovním tlakem. Hydraulické vertikální lisy mají pracovní tlak 1,23–1,57 MPa, hydraulické horizontální lisy 1,17 MPa, pneumatické lisy 0,59 MPa a plachetkové lisy 2,45–2,94 MPa se stejným obsahem rmutu v lisu. Na typu lisu závisí také doba procesu trvající jednu hodinu (plachetkový lis) nebo i 4–5 hodin (hydraulický vertikální lis) (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

Celkový výtěžek moštu po lisování podmiňuje odrůda, vyzrálost, vegetační rok rostliny i typ lisu a pohybuje se v rozmezí od 55 do 88 % s průměrem kolem 70 %. Konečná výtěžnost se dá rozdělit na 60 % samotoku, 26 % produktu prvního lisování, 10 % z druhého lisování a 4 % z posledního třetího lisování (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

2.3.4 Úpravy moštu před fermentací

Mezi úpravy moštu před kvašením patří síření, odkalení, úprava cukernatosti a kyselosti nebo i přidání bentonitu. K síření moštu se využívá oxidu siřičitého aplikovaného jako prevence proti enzymové oxidaci se selektivním účinkem na bakterie a divoké kvasinky na bázi slučování se s kyslíkem a následnému znemožnění okyselení se ostatním látkám v moštu. Dávkování SO_2

se pohybuje v rozmezí 50–600 mg/l v závislosti na zdravotním stavu moštu a přítomnosti mikroorganizmů (Farkaš, 1998).

Pozitivní účinky na kvalitu vyrobeného vína má i odkalení, a to nejen v případě hnilobně poškozených hroznů. Odkalení je nutné pro další použití čisté kultury kvasinek v procesu fermentace. Statická metoda odkalení sedimentací v malovýrobě spočívá v silném zasíření (60–80 mg/l SO_2) při nízké teplotě (8–10 °C), následného usazení kalu na dno nádoby a odlití čistého moštu do jiné nádoby. Ve velkovýrobě se uplatňují velkokapacitní zařízení jako např. odstředivky nebo vakuové rotační filtry (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

Úprava cukernatosti moštu je dovolena, pokud hrozny nedosahují minimální hodnotu 13 kg na 100 litrů moštu přidáním rafinovaného řepkového cukru, sacharózy nebo u vín s vyšší jakostí zahuštěním moštu na vakuových odparkách. Doslazování je povoleno pouze do hranice cukernatosti 20 kg na 100 litrů moštu na výrobu bílých stolových vín a 22 kg na 100 litrů na výrobu červených stolových vín. U jakostních vín je povoleno maximální přidání cukru 4,25 kg na 100 litrů moštu a v případě vín s přívlastkem je zákonem zakázáno umělé zvyšování cukernatosti (Farkaš, 1998; zákon č. 321/2004 Sb.; Minárik a Doboš, 1988).

Úprava kyselosti moštu u nevyzrálých hroznů se provádí odkyselením moštu uhličitanem vápenatým ($CaCO_3$) za vzniku sraženiny vínanu vápenatého. Na odstranění 1 g kyseliny vinné je nutné použití 0,67 g $CaCO_3$, nicméně musí v moštu zůstat alespoň 1 g kyseliny vinné, protože jinak by víno mohlo nabýt nepříjemné pachuti. Naopak málo kyselé mošty se okyselují přídavkem kyseliny vinné a citronové nebo je možné kyselost zvýšit výměnou iontů katexem v H-cyklu (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

Bentonit, hornina s obsahem jílových minerálů, se využívá ke snížení hladiny termolabilních bílkovin ve víně jeho přidáním do moštu. Výhodou je nejen zbavení se bílkovinových zákalů, ale i likvidace exhalátů, reziduí pesticidů a dýmové příchutě přítomné v průmyslových oblastech. Přídavek bentonitu má i svou nevýhodu, a to intenzivní kvašení s nadměrně zvýšenými teplotami, což má za následek větší ztráty buketních látek a ethanolu z vína (Farkaš, 1998; Minárik a Doboš, 1988).

2.3.5 Fermentace moštu

Jedna z nejdůležitějších části výroby vína s přímým zřetelem na výslednou kvalitu, při které probíhají biochemické reakce, hlavně alkoholové kvašení a jablečno-mléčné kvašení za pomoci mikroorganizmů, kvasinek a bakterií transformujících chemické složky moštu na víno.

Kvasinky přítomné v moštu a ve víně jsou nejčastěji z rodu *Saccharomyces* druhu *cerevisiae* a *bayanus* nebo z rodu *Kloeckera* druhu *apiculata*. Jsou přirozeně se vyskytující mikroorganizmem, ale i přidávané v podobě zákvasu ušlechtilých vinných kvasinek rodu *Saccharomyces*. Z bakterií jsou v procesu výroby vína zapojeny zejména mléčné a octové dělící se z pohledu technologie na užitečné (jablečno-mléčné kvašení) a škodlivé (nežádoucí mikrobiologické změny). Mléčné bakterie pocházejí z rodů *Leuconostoc, Pediococcus, Lactobacillus* a octové pouze z rodů *Acetobacter* a *Pseudomonas* (Farkaš, 1983; Farkaš, 1998).

Výskyt specifických enzymů v buňkách kvasinek má za následek způsobilost zkvašovat různé sacharidy při tvorbě hlavních a vedlejších produktů při proměně moštu na víno. Hlavními produkty jsou ethanol a oxid uhličitý (CO_2), mezi vedlejší produkty patří glycerol, vyšší alkoholy, ale i methanol. Objem vzniklého ethanolu je podmíněn typem a charakterem vína, pohybuje se mezi 10 až 20 % obj. a zastupuje i konzervační charakter. Oxid uhličitý vylepšuje senzorické znaky u mladých vín (Farkaš, 1998).

Mezi fyzikální změny při fermentaci moštu na víno patří kontrakce smícháním ethanolu a vody neboli ztráta objemu, s kterou se počítá v hodnotách 1,0–1,5 % (Farkaš, 1998).

2.3.6 Zrání, stáčení a stárnutí vína

Chuť, buket a kompletní charakter vína se zejména formuje v období zrání, kde se odehrávají chemické, biochemické a fyzikální úpravy, mezi které patří produkce aromatických a buketních látek, odbourávání kyselin účinkem bakterií, tvorba sraženin vinného kamene a hlavní úloha jakožto příčina jsou oxidační a redukční procesy (Farkaš, 1998).

Stáčení vína, prováděno dvakrát až třikrát, usměrňuje celý vývoj a průběh zrání a jeho konání se vymezuje pro každé víno jednotlivě dle senzorických znaků. Důvodem stáčení je eliminace usazenin vzniklých kvašením od čistého vína, aby nedostalo příchuť kvasničného kalu (Farkaš, 1998).

Všechna vína nedosahují zralosti ve stejnou dobu, např. bílá stolní vína vyzrají již za 1 rok, kvalitnější za 2–5 let a červená vína jsou schopna vyzrávat a držet svoji kvalitu 10 i více let. Po dozrání vína se začne zhoršovat kvalita, víno stárne a rozkládá se působením oxidativních procesů, které mají za následek rozklad barvy, ztrátu buketu a nepříjemnou chuť. Lahvováním, zasířením a uchováním vína bez přístupu vzduchu v ležaté poloze, kdy se tekutina dotýká zátky, je možné skladovat nebo i archivovat víno po delší dobu s jeho ustáleným, svěžím, lahodným a kvalitním temperamentem bez větších změn (Farkaš, 1998).

3 CHEMICKÉ PRVKY V PŮDĚ A JEJICH VLIV NA VÍNO

Kvalita dozrálých hroznů a následného vína vyrobeného z bobulí se vztahuje nejen na vnější vlivy, jako jsou klimatické podmínky a vinohradnické techniky používané od prvního prořezávání až po dobu sklizně, ale i na propojenost kořenů pod zemí, kde získávají pro rostlinu živiny a vodu. Samotná půda ve vinohradu má velkou souvislost s kvalitou hroznů kvůli jejím dynamickým a proměnlivým vlastnostem. Minerální látky v půdě mají pro růst a vývoj vinné révy zásadní význam. Z půdy jsou přeneseny do rostliny a následně do plodů. Ovlivňují nejen výnos a kvalitu úrody, ale i organoleptické vlastnosti vína. Makroživiny (K, N, Ca aj.) a mikroživiny (Fe, Zn, Cu aj.) jsou životně důležité pro rozvoj rostliny, avšak je nutné dohlížet na jejich vyvážený příjem (Ateş et al., 2016; Martins et al., 2016; Tomasi, 2016).

3.1 Vinohradnická půda

Životní cyklus vinné révy ovlivňuje půda svým složením, chemickými a fyzikálními atributy a dodává vínu typické znaky. Musí splňovat 5 základních faktorů pro pěstování, a to hloubku, struktura a obsah vody, soudržnost, chemické vlastnosti a zásobu živin, půdní organizmy. Pokud půda vybrána pro pěstování vinné révy nedosahuje všech požadovaných vlastností pro správný rozvoj kořenů, je možné pomocí vinohradnických praktik (orba, hnojení, kompostování) částečně tyto vlastnosti pozměnit (Šimanský, 2011; Tomasi, 2016).

Hloubka je důležitá pro správný vývoj kořenů vertikálním směrem a bočné rozvětvení. Z vrstev v hloubce do 0,5 metru vstřebává prostřednictvím kořenů réva většinu potřebných živin a z hlubších částí už pouze neznatelné množství. Přesto je i větší hloubka přijatelná pro možnost rozlehlejšího objemu půdy k získávání živin pro správný růst a vývoj. Minerální látky jakožto vápník, hořčík, železo a mangan jsou zásadními prvky přijímanými z dostatečných hloubek a v dnešní době cennou součástí složení vyrobeného vína. Činitelé jako hloubka kořenového systému, technika pěstování, eventuální rezervy vody a živin v půdě vymezují dobu života vinné révy na daném místě (Šimanský, 2011).

Struktura půdy zajišťuje rostlině hojnost fyziologicky dostupného vlhka, provzdušnění a uspokojivé podání nepřetržitě propustných živin. Zformování můstků mezi jílovými minerály a organickou hmotou půdy zkvalitňuje její strukturu za přítomnosti vápenatých a hořečnatých kationů, ze kterých právě vápenaté mají větší vliv. V oblasti podorničí tvoří fixnější strukturu kationty železa a hliníku produkcí organokovových sloučenin a gelů. Vinohradnické půdy by měly mít póry vyplněny vzduchem z 15–20 % a vodou z 20–25 %, což umožňuje volnou difuzi

kyslíku do půdy, standardní respiraci kořeny a mikroorganizmy a zamezuje hromadění oxidu uhličitého a jemu podobných nežádoucích plynů. V důsledku případného nedostatku vzduchu v půdě nastává tzv. asfyxie (zadušení) kořenového systému, na kterou je réva velice citlivá (Šimanský, 2011; Tomasi, 2016).

Průnik kořenů do půdy a podmíněné změny struktury v důsledku vyšší vlhkosti ovlivňuje soudržnost půdy. Lze ji definovat jako následek vnitřních přitažlivých sil častíc půdy způsobujících soudržnost těchto částic se strukturními agregáty a vývoj odporu proti rozdělení a deformaci účinkem pronikání cizorodých objektů. Rozmezí 1–2 MPa je ideální hodnota soudržnosti půdy pro pronikání kořenů vinné révy, protože jenom správně drolivá a pro vodu permeabilní půda je adekvátní na kvalitní tvorbu hroznů (Šimanský, 2011, Tomasi, 2016).

Zásoby živin v půdě by měly být rovnoměrně poskytovány vinné révě, přičemž jejich přebytek nebo nadbytek se reguluje hnojením, vápněním, sádrováním, tzv. úpravou půdní reakce. Prospěšný růst, kvetení a produkce úrody hroznů jsou ovlivněny odpovídajícím množstvím dusíku v půdě, které je pro každou odrůdu specifické a nutné pro dosažení náležité kvality. Dostupnost mikroelementů z půdy podmiňuje hodnota pH, kdy vysoké hodnoty omezují dosažitelnost železa, manganu, zinku a mědi, a naopak znásobují přístupnost bóru. Neutralizací kyselé půdy se dosáhne nárůstu rozpustnosti molybdenu a tím jeho účinnějšího využití rostlinou. Na kyselých půdách s hodnotou pH 4,0 je réva schopna přečkat několik let s ohledem na omezený růst a kvetení. Takzvaný výživový stres rostliny může způsobit velmi nízké pH půdy a „minerální chuť“ vyrobeného vína. Zasolené a zamokřené půdy s nízkou vzdušní kapacitou a vysokou koncentrací uhličitanů jsou pro pěstování vinné révy zcela nevhodné s možností vzniku neodstranitelných nemocí jako např. chloróza (symptom viditelný na listech vinné révy vyvolaný biotickými a abiotickými faktory) (Krempa et al., 2010; Šimanský, 2011).

Bohatá různorodost organizmů jako řasy, bakterie, houby, členovci i žížaly, žijící z rozkladu organické hmoty, tzv. saprofyty, jsou ideálním obohacením půdy a důležité pro cirkulaci živin. Také zřetelně participují na vytvoření půdní struktury a stabilizaci prostřednictvím hyf a slizů. Přítomnost organické hmoty je nezbytný předpoklad pro existenci zdravé bioty půdy, která pojímá populace organizmů s činorodostí navzájem užitečnou a likvidující nepotřebné organizmy (Šimanský, 2011; Vanek, 1996). Udržení 2–3 % podílu organické složky v půdě zajišťuje intenzivní mikrobiologickou aktivitu prospěšnou pro mineralizaci a absorpci minerálů (Tomasi, 2016).

Výsledky studie dokazují, že půdu nelze pokládat za nečinný materiál, že kořeny jsou citlivé na fyziochemické a mikrobiologické půdní podmínky a že reaktivní síla kořenů je často nedostačující k vyrovnání se s neideálními podmínkami, které by měly být kompenzovány činností pěstitele. Základem pro zrození kvalitního vína jsou proto kořeny vinné révy a správné hospodaření s půdou, jakožto provzdušňování pro zlepšení propustnosti, poskytnutí organických látek a umožnění rozšíření kořenů do potřebné hloubky, kde mohou využít svůj plný potenciál (Tomasi, 2016).

3.2 Chemické prvky v půdě důležité pro výživu vinné révy

Analýzami rostlinného materiálu vinné révy bylo zjištěno 16 prvků podstatných pro standardní vývoj, kvetení a dozrávání hroznů. Děleny jsou na makroživiny, kde je nutná poměrně velká koncentrace (>1000 mg/kg) a mikroživiny, u kterých je nutná malá koncentrace (<1000 mg/kg). Majoritní množství živin je přijímáno z půdy v podobě iontů (kationy a aniony) daných prvků ionizovaných ve vodě. Přehled těchto prvků a iontových forem je uveden v tabulce 1. (Šimanský, 2011).

Tabulka 1 Nejběžnější iontové formy makro a mikroživin (Šimanský, 2011)

Makroživiny	**Iontové formy**	**Mikroživiny**	**Iontové formy**
Uhlík	HCO_3^-, CO_3^{2-}	Železo	Fe^{3+}, Fe^{2+}
Vodík	H^+	Mangan	Mn^{4+}, Mn^{2+}
Kyslík	H_2O, OH^-, NO_3^-	Zinek	Zn^{2+}
Dusík	NH_4^+, NO_3^-	Měď	Cu^{2+}
Fosfor	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}	Bór	H_3BO_3, $B(OH)_4^-$
Síra	SO_4^{2-}	Molybden	MoO_4^{2-}
Vápník	Ca^{2+}		
Hořčík	Mg^{2+}		
Draslík	K^+		
Chlór	Cl^-		

Racionalizace výživy vinné révy si vyžaduje půdní analýzy pro zhodnocení stavu a složení půdy. Zkoumání půdního složení by mělo být vykonáváno každé 4 roky z důvodu spolehlivosti stanovení výživových potřeb půdy a následného zvolení ideálního způsobu hnojení. Analýzy jsou prospěšné nejen z hlediska znalosti půdy, ale i z hlediska ochrany životního prostředí, podzemních vod a také financí pěstitelů. Kromě půdních rozborů lze pro zjištění potřeby doplňkové výživy použít i analýzy listů a vizuální kontroly rostliny, která může vykazovat zřetelné příznaky nedostatku nebo přebytku jednotlivých živin. Diagnostiku symptomů na rostlině lze provést přímo ve vinohradu, avšak při identifikaci nedostatku živiny bývá obvykle pozdě k účinnému řešení. Listové analýzy jsou proto efektivnější a je vhodné je vykonávat každý rok v období kvetení a měknutí bobulí (Krempa et al., 2010). V průběhu diagnostiky nerovnováhy živin je potřebné důkladně zvážit celkový obsah minerálních látek v půdě a listu, protože problémem nemusí být jenom množství, ale i funkčnost daného prvku (Amorós et al., 2018).

Opadáváním listů a rezem vinné révy v zimním období nastává ve vinohradu koloběh živin potřebných pro růst. Velký odběr živin z rostliny naopak nastává při sběru plodů a je zapotřebí jej doplnit do půdy. Analýzami hroznového odpadu po vylisovaní bobulí bylo zjištěno, že 1 tona tohoto odpadu zahrnuje kolem 1,45 kg dusíku, 0,27 kg fosforu a 2,45 kg draslíku. Výlisky, skládající se hlavně ze semen a hroznových slupek jsou bohatým zdrojem nejenom vlákniny, fenolických sloučenin a anthokyaninů, ale také minerálních látek. Díky svému složení vykazují výrazný antioxidační potenciál. Toto významně výživné složení vzniká nedokonalým odstraněním bioaktivních sloučenin při výrobě vína. Jedno z nejlepších využití výlisku je pro výrobu hroznové mouky využitelné k přípravě např. pečiva, těstovin a vitamínů. Hroznová mouka je vydatným zdroje především Fe, ale i Ca, K, Mg, Cu a Mn (Bennemann et al., 2016; Krempa et al., 2010).

3.2.1 Makroživiny

Dusík

Molekulární dusík proniká do půdy a rostliny biologickou fixací, tzv. diazotrofií díky svému 78% zastoupení v zemské atmosféře. Srážkami nebo suchou atmosférickou depozicí se do půdy dostává také minerální dusík v nepatrném množství. Celkový spád do půdy může dosahovat více než 60 kg na hektar za rok. Jeho přítomnost přispívá k vývinu zelených částí keře, správnému růstu listů a střapců. Nadbytek způsobuje dozrávání v pozdějších termínech, pokles rodivosti, divoký růst a prodloužené období vegetace, v průběhu kterého má rostlina

predispozice k zmrzání a podléhání škůdcům nebo nemocím. Znakem nedostatku dusíku na rostlině je žloutnutí nejprve starých listů, poté oslabený růst, menší mladší listy, dřívější opadávání a pokles rezistence vůči nízkým teplotám a plísňovým onemocněním. Optimalizace dusíkaté výživy harmonizací poměru N:K má zřetelný účinek na kvalitu hroznů, vhodné složení moštu a samozřejmě na zdravý proces výroby vína. Tento vztah lze usměrňovat doplněním draslíku přes listy (Barantal et al., 2015; Ložek et al., 2017).

Fosfor

Chemická komplexnost aniontů $H_2PO_4^-$ a HPO_4^{2-} je díky zadržování v jílech, oxidy železa a hliníku větší něž při dusíku a způsobuje fixaci fosforu v půdě vytvářením těžko rozpustných sraženin, z čehož vyplívá, že je málo rozpustný v půdním roztoku. Používání hnojiv s obsahem fosforu je proto zásadní při snaze o udržitelnost viničného hospodaření. Nachází se v nukleových kyselinách, enzymech, fosfolipidech, fosforylovaných sacharidech i peptidech, také aktivuje meziprodukty biosyntetických procesů a participuje na přenosu energie ve formě ADP a ATP. Pro rostlinu má fosfor veliký význam v ohledu vývoje květu a jeho oplodnění, semen i plodů, podpory růstu kořenové soustavy a rezistence vůči nemocím. Ve víně se reprezentuje v jeho plnosti a typickém odrůdovém charakteru. Nedostatek fosforu je z těchto důvodů problematický a způsobuje řadu vad jak na rostlině, tak v kvalitě vína. Pro révu to znamená poruchy násady květu a následné opadávání, pokles rodivosti a růstu jak keře, tak i kořenového systému. Pozorovat ho lze na listech, které nabývají tmavozelenou barvu v důsledku hromadění chlorofylu na menší ploše listu s možným odstínem modrozelené až fialové barvy smícháním zeleného chlorofylu s červeným až fialovým anthokyanem. Akutní nedostatek se může projevit bronzovými fleky na listech. Značná schopnost fosforu přemísťovat se napomáhá rostlině vypořádat se s nedostatkem fosforu jeho translokací ze starších částí do mladších. Zdrojem transformovatelného fosforu v procesu translokace jsou soli kyseliny fytové (fytin) a fosforečné estery štěpeny zintenzivněnou činností fosfatázy. Přebytek fosforu je nevídaný a způsobován například přehnojením na lehkých půdách s malou sorpční kapacitou. Může podněcovat nedostačující příjem jiných prvků, jako jsou Zn, B, Cu, Mn a Fe a pozměnit morfologii bobulí. Schopnost fosforu se v rostlině recyklovat je důležitým aspektem při zvážení nadměrného používání hnojiv s fosforečnou složkou (Barantal et al., 2015; Ložek et al., 2017).

Draslík

Využívání vody rostlinou a funkce průduchů je značně usměrňována draslíkem, a to hlavně při stresových stavech z nedostatku vody. Draslík má příznivý vliv na enzymatické změny, zrání a kvalitu hroznů, proces fotosyntézy, hromadění sacharidů v bobulích a při ideálním přihnojování rostliny může také zredukovat transpirační koeficient. Důsledkem je zkvalitnění produkce hroznů a vybarvenost bobulí. Ve víně se projevuje jeho plností, harmonií, vyrovnanou chutí a také zrychluje proces fermentace a zrání. Nedostatek draslíku vyvolává poruchy ve vodním zásobování rostliny, zintenzivňuje dýchání a nastává pokles syntézy sacharidů a bílkovin, zpomaluje se růst a rostlina je více náchylná k zamrzání. Nedostatek lze pozorovat na okrajích listů, na kterých začíná být patrná hnědá nekróza, kdy si střed listu zachovává zelenou barvu. Akutní deficit se projevuje uvadáním listu a zkroucením se směrem vzhůru. Draslík, stejně jako dusík a fosfor, má schopnost translokace v rostlině a tím chránit mladší části před akutním nedostatkem. Na písečnatých, kamenitých a štěrkovitých půdách se může vyskytovat nadbytek draslíku podněcující menší úrodnost, avšak také lepší odolnost letorostů v mrazivých obdobích. Nadbytek také může být odpovědný za zhoršený příjem živin v podobě kationů, jako jsou Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+} aj., které jsou s draslíkem v protikladném vztahu (Barantal et al., 2015; Ložek et al., 2017).

Vápník

Patří mezi důležité prvky zemské kůry a jeho koncentrace mají široký rozsah. Vápenaté půdy jsou celosvětově v menšině, avšak často využívány při pěstování vinné révy. V rostlině se pak vápník hromadí v listech a je zde nejzastoupenějším minerálním prvkem. Multilaterální efekt vápníku hraje zásadní roli nejen ve výživě rostliny (stabilita buněčné stěny, osmoregulace, neutralizace nadbytečných organických kyselin, zrychlení metabolizmu), ale také ve vylepšení fyzikálních a chemických vlastností půdy (pH, strukturální stabilita, saturace katexové výměnné kapacity, rovnováha půdních roztoků, úroveň bioakumulace). Špatné rozlišení puků a následující poruchy produkce hroznů ve střapci jsou příznaky nedostatku vápníku. Mezi první vizuální náznaky kvůli velmi malé pohyblivosti vápníku v rostlině patří změny na mladých listech v místech okraje, který se kroutí a vznikají v jeho okolí nekrotické skvrny. Deficit Ca se také projevuje na kořenovém systému jeho zbarvením do hnědočerné barvy, slizovatěním, hnitím a zastaveným růstem, čímž omezuje příjem vody a živin do rostliny. Nízký obsah vápníku bývá často spojován s nedostatkem draslíku a hořčíku. Důležitost Ca v úpravě půdní reakce má při jeho nadbytku sklon posunout ji do zásadité oblasti, čímž narušuje příjem P, Fe,

B, Mn, Zn a Cu. Nadbytek lze pozorovat jako žlutohnědé zbarvení mladých listů, usychání okraje starších listů se skvrnami a výrazně slabý růst. Po převápnění půdy rostlinu napadá chloróza spojena s možným nedostatkem přístupného železa. Celkově přítomnost Ca snižuje dostupnost některých těžkých kovů způsobujících nadměrné hladiny nebo i toxicitu ve víně (Amorós et al., 2018; Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Hořčík

Hořčík, nezbytný prvek pro život, je podstatnou součástí chlorofylu, a tedy i procesu fotosyntézy a produkce sacharidů. Má funkci zásobní látky ve formě fytinu v semenech, neutralizuje organické kyseliny a patří k aktivátorům enzymatických procesů. Koncentrace menší než 0,15 % Mg způsobí přesun hořčíku ze starších orgánů do mladších. Odumírání a předčasný spád listů je symptomem velkého deficitu hořčíku vyskytujícího se na lehkých písečnatých půdách, který lze vyvážit vápněním dolomitickým vápencem s obsahem Mg ($CaCO_3$ + $MgCO_3$). Antagonistický vztah s kationy H^+, K^+, NH_4^+, Na^+, Ca^{2+} a Mn^{2+} ve vyšší koncentraci je také příčinou nedostatku Mg ve výživě rostliny. Narušení optimálního poměru mezi K a Mg, změřeného v listech na 2,5–5,5:1 v závislosti na růstové fázi může mít za následek nadbytek hořčíku v rostlině. Příznaky nadbytku hořčíku, který nebývá zvykem, jsou obvykle stejné jako při nedostatku vápníku (poškození kořenového systému). Udržením ideálního poměru Ca:Mg = 6,5:1 lze příjem hořčíku stabilizovat (Ložek et al., 2017; Mlček et al., 2018; Pepi et al., 2018; Šimanský, 2011).

Síra

Síra je přijímána rostlinou ve formě SO_4^{2-} kořeny z půdy, ve formě plynu SO_2 listy ze vzduchu a ve formě elementární S z ošetřujících přípravků. Představuje významný prvek při látkové výměně aminokyselin, bílkovin a syntéze enzymů. Deficit síry snižuje syntézu bílkovin z důvodu její přítomnosti v sirných aminokyselinách cysteine, cystine a metionine. Také zpomaluje syntézu chlorofylu a celkový růst keře. První důkazy nedostatku síry jsou viditelné na mladších listech zežloutnutím, což může dospět k rapidnímu poklesu koncentrace síry a následně zežloutnutí celé rostliny. Nadbytek v rostlinách nebývá obvyklý a spíše vzniká zasolením půdy nebo zvýšeným obsahem SO_2 v atmosféře na toxickou úroveň (více než 0,5 mg SO_2 na m^3), kdy dochází k rozložení chloroplastů s viditelnou nekrózou listů (Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Zvětšující se úroda hroznů a tvorba zelených orgánů vinné révy zvětšuje potřebu příjmu živin z půdy. Množství potřebných makroživin v období vegetace je pro každou odrůdu jiné a pro vybrané odrůdy je stanoveno v tabulce 2 (Barantal et al., 2015).

Tabulka 2 Odběr makroživin vinnou révou na rok/ha s úrodou 10 t/ha (Barantal et al., 2015)

Odrůda	**kg/ha/rok**				
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
Veltlínské zelené	85,4	11,3	81,8	64,2	12,0
Rulandské bílé	59,0	7,7	52,5	36,6	5,3
Ryzlink rýnský	61,5	7,7	46,3	34,2	4,8
Tramín červený	86,7	9,2	78,2	45,3	7,6
Frankovka modrá	68,9	8,4	60,6	53,4	7,7
Rulandské modré	77,0	10,1	56,5	40,0	8,0

3.2.2 Mikroživiny

Mikroelementy jsou naproti svojí nízké koncentraci v pletivech rostlin významné a častokrát i nezastupitelné prvky v biochemických reakcích a enzymatických systémech. Nejenom nízký podíl mikroživin v půdě způsobuje jejich nedostatek v rostlině, ale také nepatřičné pH půdy ovlivňující stupeň oxidace, a tak možnost přístupu jednotlivých živin pro vinnou révu (Ložek et al., 2017).

Železo

Železo je druhým nejvíce zastoupeným kovem v zemské kůře s průměrnou úrovní 40 g/kg, avšak jeho rozpustnost je nízká. Pro rostlinu je podstatné v produkci chlorofylu a jako složka mnoha enzymů. Celosvětový problém v podobě deficitu železa má za následek zhoršení látkové výměny bílkovin, a tím zvýšení koncentrace volných aminokyselin, narušení syntézy rostlinných barviv (chlorofyl, karotenoidy) a dýchacího řetězce při přenosu elektronů. První projev nedostatku bývá chloróza s následujícím defektem růstu, která může být způsobena nejen deficitem železa, ale i jeho existencí v neúčinné biologické formě. Důsledkem malé pohyblivosti železa v rostlině vzniká žluté zbarvení celého mladého listu a staré listy si

zachovávají zelenou barvu. Postupně listy odumírají, úrodnost klesá a keře vysychají. Alkalická půdní reakce, nadbytečné vápnění, vysoké procento fosforu v půdě a málo organických látek má dopad na imobilitu železa. Nadbytek je ojedinělý s projevy modrozeleného zbarvení listů, potencionálními nekrózami, redukcí růstu výhonků a kořenů a poruchy kvetení kvůli poklesu příjmu fosforu (Amorós et al., 2018; Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Zinek

Po železe je zinek druhým nejhojnějším přechodným kovem v živých organizmech. Důležitost zinku z hlediska fyziologie je v jeho úloze specifického aktivátoru množství enzymatických procesech, ale také vstupuje do látkové výměny bílkovin, škrobu a chlorofylu. Žlutá chloróza mladých listů je prvním projevem nedostatku zinku, který má nízkou pohyblivost. Chloróza postupuje ze žluté na šedivou až hnědou barvu. Výsledkem deficitu jsou narušení fotosyntézy, nepravidelné pučení výhonků, řídké střapce a malé bobule. Po vyvápnění půdy se zhoršuje přístupnost zinku pro rostlinu, stejně tak i po užití vysoké dávky fosforečného hnojiva. Proto je nutné udržovat optimální poměr P:Zn v listech révy v rozmezí 45–105:1 v průběhu vegetace. Nízký příjem železa naopak způsobuje nadbytek zinku, což mezi nimi dokazuje jejich úzkou souvislot. Lze jej pozorovat jako hnědé, zvětšující se skvrny na listech s následným odumíráním listu i celé rostliny. Kritická toxická koncentrace zinku v plodech je 100–300 mg/kg. (Amorós et al., 2018; Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Bór

Přítomnost bóru značně napomáhá růstu kořenů a rozlišování květných pupenů. Jeho nedostatkem nastává narušení vzniku sacharidů a proteinů, přičemž už malé snížení optimálního stavu bóru má za následek pokles úrodnosti. Symptomy nedostatku se projevují kvůli malé mobilitě prvku nejdříve na mladých částech a poté pokračují ke starším. Na rostlině lze pozorovat zežloutnutí růstového vrcholu, který časem odumírá a jeho činnost nahradí druhotné výhonky. Keř nabývá metlovitého tvaru a násada bobulí je problematická z hlediska různých velikostí bobulí ve střapci s předčasným opadáváním. Listy postihuje žlutozelená mozaika a výrazné zkracování. Nadbytek bóru se projevuje žlutým krajem na tmavozelených listech stejně jako při nedostatku draslíku nebo nadbytku dusíku. Výrazný přebytek způsobuje nekrózu na okrajích listů (Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Mangan

V půdách je průměrná koncentrace manganu kolem 0,5 g/kg, nicméně zjištěná škála hodnot je široká. Mangan v rostlině aktivuje nespočet enzymů, má kladný vliv na syntézu sacharidů, metabolizmus lipidů a napomáhá úbytku kyselin. Zásadní úloha manganu je v procesu fotolýzy vody a syntézy vitamínu C. Půdy s neutrální až zásaditou reakcí podněcují nedostatek manganu v podobě chlorotických skvrn žluté, hnědé nebo až černé barvy na nejmladších listech v závislosti na žilnatině, které v akutním nedostatku odumírají. Nadbytek naproti tomu většinou nastává na půdách s kyselou reakcí a je provázen silnou chlorózou a tvorbou hnědých až černých teček na listech splývajících do skvrn. Efekt nadbytku je pro rostlinu toxický stejně jako u železa. Příjem železa je nadbytkem manganu omezován, a proto je optimální rozmezí poměru Fe:Mn v listech 1–2,2:1. Ve fázi kvetení je ideální obsah Mn v listech mezi 50 až 300 mg/kg sušiny listů. V období vegetace při měknutí bobulí se poměr zmenšuje na 30–250 mg/kg sušiny listů. Široké měřítko toxické koncentrace manganu se pohybuje mezi odrůdami v rozmezí 200–750 mg/kg. (Amorós et al., 2018; Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Molybden

Existence molybdenu v nitratreduktáze, využívané při syntéze proteinů v procesu redukce dusičnanů na dusitany, dokazuje jeho nepostradatelnost pro rostliny fixující vzdušný dusík. Proto nedostatek molybdenu ovlivňuje asimilaci vzdušného dusíku a také souvisí s jeho metabolizmem v rostlině. Známky nedostatku obou prvků jsou podobné. Projevy deficitu molybdenu jsou pozorovatelné na listech jako nažloutlé skvrny a jako značné sprchávání květu a střapců, což má za následek slabou úrodu. Dostupnost molybdenu v listech klesá pěstováním révy na kyselých půdách. Zásadité půdy způsobují naopak nadbytek molybdenu, který ale ani ve vícenásobném navýšení nepůsobí na rostlinu toxicky. V listech révy je optimální koncentrace molybdenu stanovena na 0,1–0,4 mg/kg sušiny listů (Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

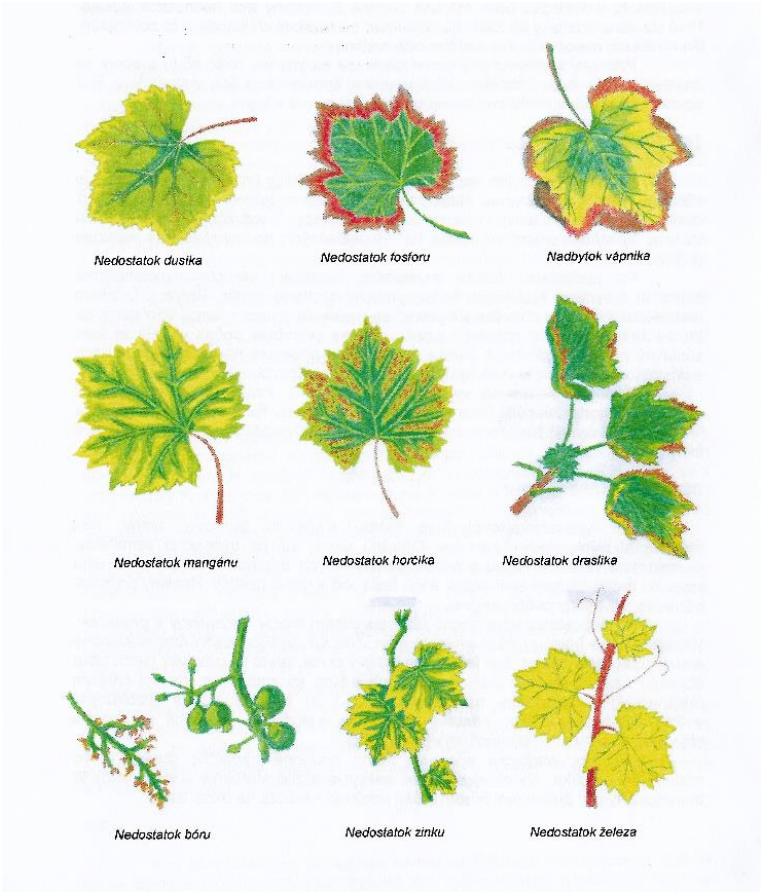
Měď

Má v rostlině důležitou roli v oxidačně-redukčních reakcích změnou Cu^{2+} na Cu^{+} a opačně, ale také jako katalyzátor enzymatických procesů a samotná součást několika enzymů. Pozitivně usměrňuje stabilitu chlorofylu a tím i fotosyntézu, díky čemuž zůstává rostlina déle zelená. Případný nedostatek Cu se projevuje redukcí růstu kořenového systému révy, chlorózou listů, poklesem úrodnosti a konečným odumřením celé rostliny. Používáním fungicidů

s obsahem mědi, zejména v ekologickém zemědělství, je tento jev zcela potlačen a nevyskytuje se. Nadbytek mědi zastavuje růst a rozvětvení kořenů, které následně hrubnou a tmavnou. Listy jsou pak tmavě zelené až černozelené s kovovým leskem a tmavými tečkami v důsledku nahrazení hořčíku v chlorofylovém jádru mědí. Půdní nadbytek mědi způsobený užíváním fungicidů má jistý vliv na obsah Fe, Ca, Mg, P a K v listech. Koncentrace mědi v listech by měla být v optimu mezi 8 až 22 mg/kg sušiny listů. Měď ovlivňuje ve výrobě fermentační proces, čímž pozměňuje konečný aromatický profil vína (Ložek et al., 2017; Martins et al., 2016; Šimanský, 2011).

Na obrázku 2 jsou znázorněny charakteristické příznaky nedostatků a nadbytků některých prvků (Ložek et al., 2017).

Obrázek 2 Typické symptomy nedostatku a nadbytku živin (Ložek et al., 2017)



3.2.3 Korelace mezi makro a mikroživinami

Studie Yami et al. (2016) zjistila významné korelační vlivy koncentrací jednotlivých prvků ve stejném vzorku a také korelační účinky mezi koncentrací prvku v půdě nebo vodě a obsahem prvku v plodu. Vysoká pozitivní korelace byla určena pro Na s Ca a Mn, pro K s Mg,

Fe a Zn, pro Fe s Mn a pro Cu s Mn. Stanovena byla i mírnější korelace pro Na s Cu, pro Ca s Mn, pro Mg s Fe a Zn, pro Fe s Cu a Zn a pro Cu se Zn. Tyto korelace mohou pocházet ze společných antropogenních nebo přírodních zdrojů neboli také z podobnosti chemických vlastností. Korelace pro Na s K a Mg, pro K s Ca, pro Ca s Mg a Zn byla zjištěna jako vysoce negativní, což naznačuje, že velká absorpce jednoho prvku může mít vliv na absorpci druhého. Podle zjištění mají prvky Na, K a Ca negativní korelace, které se mohou projevit vyšší koncentrací těchto tří prvků v půdě nebo ve vodě a vést ke svým nižším koncentracím v plodu. Společně pozitivně korelují např. Mg a Mn, což umožňuje poměrné přemístění těchto prvků z půdy a vody do plodu. Železo má s půdou a plodem pozitivní korelaci, avšak s vodou a plodem negativní. Měď má korelace přesně opačné. Zinek se projevuje zanedbatelnou pozitivní korelaci mezi půdou a plodem a silnou negativní korelaci mezi vodou a plodem. Celkově studie dokazuje zjevný vztah mezi obsahem kovů v půdě a vodě používané při pěstování a jejich obsahem v rostlině (Yami et al., 2016). Pozitivní a negativní vztahy mezi některými prvky vyskytujícími se ve vinohradnické půdě jsou popsány v tabulce 3 (Barantal et al., 2015).

Tabulka 3 Vzájemné vztahy mezi příjmem živin (Barantal et al., 2015)

Vysoký obsah tohoto prvku:	**Snižuje přístupnost tohoto prvku:**
Dusík	Měď
Fosfor	Zinek, Železo
Draslík	Hořčík
Hořčík	Draslík, Vápník
Vápník	Hořčík, Draslík, Bór, Železo, Mangan
Vysoký obsah tohoto prvku:	**Zvyšuje přístupnost tohoto prvku:**
Měď	Železo
Dusík	Hořčík
Draslík	Mangan, Železo
Fosfor	Hořčík
Hořčík	Fosfor

3.3 Výskyt a koncentrace minerálních látek ve víně

Existence minerálních látek ve víně je způsobená jak složením půdy, kde réva vinná roste, tak i zařízením, ve kterém se upravuje, filtrací a konečným čištěním. Vliv mají i insekticidy, fungicidy a hnojiva používaná k ošetření révy ve vinohradech. Proto lze kovy nacházející se ve víně rozdělit podle původu na přírodní kovy a vnější nečistoty. V semenech hroznů se pak vyskytuje největší množství makroprvků v zastoupení Ca, Mg, P i S (Fic, 2015).

Používáním výživových doplňků a prostředků k hubení škůdců se půdou dostávají do rostliny prvky jako kadmium, měď, arsen, zinek, olovo a jiné těžké kovy. Rovněž se další kovy jako hliník, chrom a železo mohou uvolnit ze sudů a trubek při průchodu vína. Z čisticích roztoků a přípravků k regulaci kyselosti pak ještě sodík a vápník. Některé tyto kovy představují jistou, i když malou dávku rizika pro lidské zdraví, ale především změny v organoleptických vlastnostech vína, jako jsou vůně, chuť a aroma (Diviš, 2011).

Většinový podíl přesto reprezentují sodík, draslík, vápník, hořčík, lithium, křemík a jim podobné kovy, které přidělují vínu typicky vnímanou chuť z pohledu vyrovnanosti vjemu, plnosti a dozvuku. S množstvím těchto kovů je přímo spojena vyzrálost, technika zpracování a skladování a rovněž i letitost vína (Fic, 2015).

Minerální látky ve víně stanovovány jako popeloviny jsou anorganického původu ve formě iontů a organických sloučenin vázaných na těchto prvcích. Množství nebývá stabilní a závisí na podloží a vinohradnické půdě, na formě a koncentraci použitých hnojiv a na klimatických podmínkách, mezi které patří poloha, počet slunečných dnů a množství srážek. Celkový vliv složení půdy na obsah minerálních látek ve víně je větší nežli vliv odrůdy vinné révy. Nižší množství minerálních látek ve víně nastává v obdobích sucha s nedostatkem srážek. Proto je zapotřebí používat minerální hnojiva a upravit proces zpracování hroznů pro zvýšení jejich obsahu. Větší množství se dostává do červených vín prostřednictvím vyluhování pevných složek hroznů při nakvašování. Koncentrace minerálních látek se pohybuje v rozmezí 1500–4000 mg/l vína. Nejvíce vyskytovanými anionty jsou sírany a fosforečnany, ale také anionty chlóru a kyseliny borité. Zastoupení kationtů ve víně je velké, ale také výrazně proměnlivé. Koncentrace některých prvků přítomných ve víně jsou popsány v tabulce 4 (Farkaš, 1983; Fic, 2015; Mlček et al., 2018; Shimizu et al., 2018).

Tabulka 4 Přehled koncentrací některých prvků ve víně (Mlček et al., 2018)

Prvek	Koncentrace (mg/l)	Prvek	Koncentrace (mg/l)
Bór	10–120	Síra	400–1000
Draslík	160–2500	Vápník	100–220
Fosfor	60–1000	Železo	0,3–10
Hořčík	50–2000		

3.3.1 Minerální látky ve výživě člověka

Minerální látky jsou pro zdraví člověka a jeho výživu stejně tak důležité jako vitamíny. Anorganický původ zamezuje syntézu v organizmu a způsob přijmu těchto látek je pouze ze stravy. Vstřebávání minerálů není úplné a větší část je organizmem vyloučena. Z celkové tělesné hmotnosti člověka (u dospělého 70 kg) tvoří minerální látky 4–5 %, což odpovídá přibližně 3,5 kg, z kterých se 83 % vyskytuje v kostech. Svou funkci mají zejména ve stavbě kostí a zubů, správném fungování ledvin, nervové a svalové soustavy (Mandžuková, 2017).

Rozdělení minerálních látek do 4 skupin:

- Makroprvky
  - Na, K, Ca, Mg, P, Cl, S
  - denní příjem několik stovek miligramů.
- Mikroprvky (stopové prvky)
  - Fe, Cu, Zn, Mn, Si, Li
  - denní příjem několik miligramů.
- Ultrastopové prvky
  - Co, Mo, I, F, Se, Ni, Cr, V, B
  - denní příjem méně než 1 mg.
- Abiogenní (toxické) prvky
  - Al, Pb, Cd, Hg, Sb, As, Ba, Be, Bi, Te, Tl
  - do organizmu se dostávají nejen potravou a jsou škodlivé i v malých dávkách (Mandžuková, 2017).

Z makroprvků se ve víně nacházejí zejména síra, fosfor, sodík, draslík, hořčík, vápník a chlór. Mezi stopové prvky přítomné ve víně patří železo, křemík a lithium. Zastoupení ultrastopových prvků reprezentují fluor a bor. V mikrogramech se mohou vyskytovat i toxické prvky jako kadmium, olovo a hliník (Fic, 2015). Tabulky 5 a 6 jsou věnovány doporučeným denním dávkám (DDD) makroprvků, stopových a ultrastopových prvků vyskytujících se ve víně v mg/den pro člověka (Mandžuková, 2017; *Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011*).

Tabulka 5 Doporučený denní příjem makroprvků v mg/den (Mandžuková, 2017; *Referenční hodnoty pro příjem živin*, 2011)

Věk	**Vápník**	**Fosfor**	**Draslík**	**Síra**	**Sodík**	**Hořčík**	**Chloridy**
Dospělí	1000	700	2000	500–1000	550	300–400	830

Tabulka 6 Doporučený denní příjem stopových a ultrastopových prvků v mg/den (Mandžuková, 2017; *Referenční hodnoty pro příjem živin*, 2011)

Věk	**Železo**	**Křemík**	**Lithium**	**Fluor**	**Bór**
Dospělí	10–15	30	30–50	3,1–3,8	0,0005–0,01

Vápník je obsažen v těle člověka z 1,5–2 % celkové hmotnosti, což představuje 700–1400 g a díky tomu je nejrozšířenějším prvkem v organizmu. V kostech a zubech se nachází až 99 % celkového vápníku, kde významně participuje na jejich tvoření a udržování pevnosti. Zbylé procento je v tělesných tekutinách a tkanivech s funkcí podílet se na kontrakci svalů a srážlivosti krve. Vstřebatelnost vápníku omezuje mnoho faktorů, jako jsou např. dlouhodobé užívání léků (steroidy, penicilín), projímadla, vysoký příjem proteinů, velké dávky hořčíku, ale i věk. Vitamín D zásadně napomáhá vstřebatelnosti vápníku ze střev do krevního oběhu. Eidamský sýr, sýr čedar, sezamová semínka, sardinky, tofu, fíky, jogurt a mléko jsou přirozenými zdroji vápníku (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

Druhý nejčastěji vyskytující se prvek v organizmu je fosfor, který tvoří u dospělého člověka kolem 1 % tělesné hmotnosti. V kostech a zubech se nachází asi 85 % P a zbytek je součástí krve a dalších tělesných tekutin. Fosfor je nepostradatelný v každé buňce těla, ale především k zužitkování energie ze sacharidů a tuků přijímaných potravou a stabilizaci acidobazické rovnováhy. Celkový obsah fosforu v těle se každé 3 roky nahradí novým. Cukr

a doplňky stravy na odkyselení žaludku omezují vstřebatelnost fosforu. Vitamín D naopak vstřebatelnost urychluje. Přírodními zdroji jsou např. sýry, játra, mořské plody, losos, maso a drůbež (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

Draslík je třetím nejrozšířenějším prvkem v lidském těle zastoupen 100–150 g v závislosti na pohlaví. Nepostradatelnost draslíku v organizmu je zejména kvůli normální funkci svalů a nervů a zabezpečení stability tělesných tekutin. Draslík je protipól sodíku a jeho nedostatek způsobuje hromadění sodíku v organizmu, což se projevuje zadržováním vody ve tkáních. Ztráty draslíku mohou ovlivňovat i diuretika, kortikoidy, acylpyrín, pití kávy a alkoholu, cukr a nadměrná konzumace živočišných bílkovin. Draslík obsažen v ovoci a zelenině je pro tělo lehce vstřebatelný. Mezi významné přírodní zdroje patří rajčatový protlak, špenát, pastinák, ředkev, potočnice, maracuja, papája, červená paprika, broskev a také červené víno s obsahem draslíku kolem 130 mg/100 g (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

V každé rostlinné i živočišné buňce se objevuje síra a je 8. nejzastoupenějším prvkem v organizmu. Lidské tělo obsahuje kolem 140 g síry. Nezbytná je hlavně pro stavbu kostí, tvorbu chrupavek a šlach, také tvorbu kreatinu v pokožce a ve vlasech. Má vliv na zdravou pokožku a příznaky stárnutí, léčí nemoci kůže, jako jsou např. akné, lupénka, ekzémy a zápaly. Detoxikace organizmu sírou prostřednictvím navázání toxické látky, která je následně vyloučena z těla močí, je účinná po vdechnutí nečistot jako třeba kyanid nebo při odbourávání alkoholu z organizmu. Vstřebávání síry omezuje tepelná úprava potravin a naopak jej podporuje vitamín E. Přírodní zdroje síry jsou např. vejce, čočka, libové vepřové a hovězí maso, drůbež a luštěniny (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

V těle člověka se nachází kolem 120 g sodíku rozdělených na jednu třetinu přítomnou v kostech a zbylé dvě třetiny v tělních tekutinách, svalech a nervech. Úkolem sodíku je napomáhat buňkám vstřebávat živiny z krve a ustálit rovnováhu kyselin a zásad. Sodík a draslík jsou ve významném vztahu a poměr mezi nimi by měl být 1:2. Stabilní povaha sodíku zabezpečuje jeho nezničitelnost, avšak nadměrné dávky draslíku mohou mít za následek vyčerpání zásob. Až 95 % sodíku je přijímáno ze střev do krve. Přírodním zdrojem sodíku je mnoho potravin, jako jsou např. kuchyňská sůl, uzené ryby, slanina, uzeniny, sýry, hotové omáčky a konzervované potraviny (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

Až 70 % hořčíku přítomného v organizmu se nalézá v kostech a zbylých 30 % je rozděleno do svalů, jater, ledvin, mozku a krve. Celkový obsah hořčíku je necelých 20–25 g. Působnost je nejčastěji spojována s vápníkem v ideálním poměru 1:2. Hořčík je nezbytný pro

zdravou funkci srdce, nervovou soustavu, růst, zdravé kosti a zuby. Podílí se na tvorbě enzymů, více než 300 různých enzymatických reakcích a uvolňovaní energie ze stravy. Tepelná úprava, konzervace, léky (antibiotika, analgetika, antikoncepční tablety) a vysoké dávky vápníku zhoršují příjem hořčíku. Naopak bílkoviny ve spojení s vápníkem napomáhají vstřebávání hořčíku stejně jako vitamíny skupiny B, C, D a minerální látky fosfor a zinek. Nejvýznamnější zdroje jsou kakaový prášek, slunečnicová a dýňová semínka, otruby, ořechy, arašídové máslo a pšeničné vločky (Mandžuková, 2017; Ursell, 2004).

Hliník, olovo a kadmium jsou prvky pro zdraví škodlivé už v malých dávkách. Hliník zhoršuje vstřebatelnost vápníku, fosforu a fluoridů, a tím napomáhá vzniku osteomalacie a osteodystrofie. Toxické olovo kontaminuje nejčastěji vegetaci podél silnic díky výfukovým plynům z automobilů nebo z běžně používaných předmětů, jako jsou konzervy a smaltované nádoby. Kadmia rostliny vstřebávají v porovnání s olovem větší množství a zejména v okolí dálnic a cest narůstá příjem o 40 % (Mandžuková, 2017).

3.4 Identifikace původu vín podle prvkového složení půdy

Geografický původ a originalita potravinářských výrobků má jistou souvislost s komplexním vnímáním produktu spotřebitelem z pohledu jakosti, což se projevuje v obchodní hodnotě daného zboží. Technologie zkoumání původu založena na chemických analýzách zemědělských produktů s následnou vícerozměrnou statistickou analýzou zaměřenou na identifikaci a klasifikaci produktů podle zeměpisného původu je v posledních desetiletích oblastí zájmu. Vícerozměrné profily vín jsou založeny na předpokladu korelace mezi chemickým složením vína a proveniencí půdy. Výběr správných indikátorů k analýze by měl zohledňovat i narušení půdy zemědělskými postupy, podmínky životního prostředí a techniku výroby vína. Používání metody hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) pro stanovení např. izotopového poměru prvků je jednou z nejpopulárnějších technik. Dále jsou využívány také metody atomové absorpční spektrometrie (AAS) a optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES) (Pii et al., 2017).

Prostřednictvím analýzy prvkového složení půdy, které je charakteristickým rysem vína se dá určit přesná lokalita původu daného vzorku z deklarované viniční tratě. Tento původ, dokazován analýzami kovů vzácných zemin, izotopů stroncia a jiných prvků a poměru mezi nimi, je označován jako „otisk prstu“. Vysoce sofistikované analytické metody pro stanovení koncentrace stopových až ultrastopových prvků lze díky znalostem používání umělých hnojiv a jiných přípravků s obsahem kovů (např. Kuprikol s obsahem mědi) využít k rozpoznání

vinařských regionů. Těmito metodami za následného využití statistických analýz se stanovuje lithium, draslík, vápník, měď, nikl, železo a mangan, které nejlépe napomáhají určení lokality původu. Kontrola autenticity vína, pomocí vyhodnocení získaných dat z analýz, napomáhá k rozeznání falzifikovaných původů vín (Braschi et al., 2018; Diviš, 2011; Fic, 2015; Pepi et al., 2018; Pii et al., 2017).

Studiemi bylo prokázáno, že prvky Cd, Cu, Pb a Zn pronikají do rostliny z kořenového systému a shromažďují se v nadzemní části vinné révy. Akumulace Pb a Ni probíhá preferenčně spíše v listech a kořenech nežli v bobulích. V případě Cr je translokace prvku z kořenů do nadzemních částí nevalná. Další studie ukázaly, že koncentrace prvků může být zvýšena (např. Al, Cd, Cr, Fe, Pb a V) nebo snížená (např. Al, Cd, Co, Cr, Fe, Pb a V) procesem fermentace moštu a konečnými úpravami vína. Geografická studie o vínech Moscato prokázala, že koncentrace lanthanoidů používaných jako chemické markery je stabilní od půdy k moštu, avšak koncentrace ve víně je ovlivněna úpravou bentonitem (Pepi et al., 2018; Pii et al., 2017).

Experimentálním stanovením hlavních a stopových prvků v půdě a v listech vinné révy dvou různých odrůd, která byla provedena v Itálii, je dokázáno, že tyto prvky lze považovat za zeměpisné ukazovatele. Bioakumulace jednotlivých prvků v listech je pozorovatelně odlišná. Geochemickou korelaci vykazují ve velké míře zejména Sm, V, Zr a Mg. U dalších prvků jako Mn, Ti, V a Cd jsou geochemické korelace také detekovány. Zjištění analýz podporují využívání hlavních, stopových a vzácných prvků jako geochemických markerů neboli geochemických otisků prstů k identifikaci zeměpisného původu daných odrůd z italských vinic produkujících DOC (Denominazione di Origine Controllata) vína s chráněnou značkou „Made in Italy“ podle italských a evropských zákonů (Pepi et al., 2018).

Proces absorpce Sr z kořenového systému vinné révy na produkt je považován za časově nezávislý, což umožňuje bezpečné využití poměru izotopů stroncia $^{87}Sr/^{86}Sr$ jako smysluplného parametru definujícího charakteristicky terroir vína i v malém měřítku. Mezi $^{87}Sr/^{86}Sr$ celé půdy a labilní (biologicky dostupné) frakce nastává dobrá korelace naznačující $^{87}Sr/^{86}Sr$ jako dobrý „geologický“ indikátor nezávisle na místě původu. $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve víně, nepodřízený biologickému životu vinné révy, je skvělým geochemickým ukazatelem geografického původu vín a jiných zemědělských produktů (Braschi et al., 2018).

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

4 SPOJITOST MEZI OBSAHEM K, P, Mg, Ca V PŮDĚ A JEJICH KONCENTRACÍ VE VÍNĚ

4.1 Použité laboratorní vybavení

4.1.1 Chemikálie

- Jednoprvkové standardy: K, P, Mg, Ca (Analytika spol., s.r.o. ČR a SCP Science Ltd., Kanada)
- HNO_3 65 % (m/m), p.p. (Penta spol., s.r.o., ČR)

4.1.2 Přístroje

- Optický emisní spektrometr s indukčně vázanou plazmou GBC Integra XL 2 (GBC Scientific Equipment Pty. Ltd., Austrálie)
- Zařízení pro přípravu redestilované vody: Milli-Q® Reference (vodivost 0,05 µS/cm) (Merc Millipore, Německo)

4.1.3 Pomůcky

- Mikropipety s rozsahem 10–1000 µl (Biohit Inc., Německo)
- Běžné laboratorní nádobí SIMAX (ČR)

4.2 Příprava roztoků

4.2.1 Příprava 2 mol/l roztoku HNO_3

Byl připraven roztok 2 mol/l HNO_3 z 65 % (m/m) HNO_3, p.p. a následně použit k loužení veškerého chemického nádobí po dobu 24 hodin.

4.2.2 Příprava kalibračních roztoků

Kalibrační řada byla připravena z komerčně dostupných jednoprvkových standardů K, P, Mg a Ca o koncentraci 1 ± 0,002 g/l nebo 10 ± 0,002 g/l. Pro stabilizaci iontů bylo ke kalibračním standardům v objemu 50 ml přidáno 0,5 ml HNO_3 o koncentraci 65 % (m/m). Jako slepý pokus byla použita redestilovaná voda. Jednotlivé kalibrační roztoky upravené příslušným ředěním a jejich koncentrace jsou sepsány v tabulce 7.

Tabulka 7 Přehled koncentrací jednotlivých kalibračních roztoků

Kalibrační roztok prvku	Koncentrace (mg/l)
K	5, 10, 20, 30,50
P	2, 4, 8, 12, 20
Mg	0,05; 0,1; 1; 5; 10
Ca	0,05; 0,1; 1; 5; 10

4.3 Vzorky

Pro experimentální část práce byly vybrány vzorky vín z vinařské oblasti Morava, podoblast velkopavlovická, vinařská obec Hustopeče, viniční trat „Starý vrch“ (viz příloha A). Tato trať byla poprvé zmiňována jako „Unter Altenberk“ už v roce 1351 markrabětem Janem Jindřichem, což bylo inspirací názvu vinařství ALTENBERK VINI a.s. V roce 2004 zde bylo vysázeno pět odrůd vinné révy, a to konkrétně z bílých moštových odrůd Ryzlink rýnský (RR), Rulandské šedé (RŠ), Sauvignon (SG) a z modrých moštových odrůd Frankovka (FR) a Rulandské modré (RM) (Ivičič, 2017). Analýza byla provedena na vzorcích všech 5 odrůd vín z vybraných ročníků 2014, 2015 a 2016 z důvodu dostupnosti půdní analýzy provedené v rozmezí 6.–12. března 2014 akreditovanou Chemickou laboratoří – Salayová ve Velkých Bílkovicích, která je součástí přílohy B. Tato analýza vzorků vinohradnické půdy byla využita jako zdroj informací o vybraném složení půdy. Souhrn vzorků vín je uspořádán v tabulce 8 podle jednotlivých ročníků a odrůd s jejich označením přívlastku a zbytkového obsahu cukru.

Tabulka 8 Seznam vzorků vín použitých pro analýzu minerálních látek

Ročník	Odrůda	Přívlastek	Zbytkový cukr
2014	Ryzlink rýnský	pozdní sběr	polosuché
	Rulandské šedé	pozdní sběr	polosuché
	Sauvignon	pozdní sběr	polosuché
	Frankovka	pozdní sběr	suché
	Rulandské modré	moravské zemské víno	suché

Ročník	Odrůda	Přívlastek	Zbytkový cukr
2015	Ryzlink rýnský	výběr z hroznů	polosuché
	Rulandské šedé	výběr z hroznů	polosuché
	Sauvignon	výběr z bobulí	polosladké
	Frankovka	výběr z hroznů	suché
	Rulandské modré	výběr z hroznů	suché
2016	Ryzlink rýnský	pozdní sběr	polosladké
	Rulandské šedé	výběr z hroznů	polosladké
	Sauvignon	výběr z bobulí	polosladké
	Frankovka + Rulandské modré (1:1)	moravské zemské víno	polosladké

4.3.1 Popis vybraných odrůd

Ryzlink rýnský

Bílá moštová odrůda pocházející nejpravděpodobněji z oblasti Porýní v Německu. Definuje se středním růstem, střapec je malý až střední, válcovitý, mírně křídlatý, avšak hustý na kratší stopce. Pozdější dozrávání až v druhé polovině října si vyžaduje polohu vinohradu v teplé oblasti a pozdější sběr hroznů. Zelenožluté, malé až střední, kulaté, symetrické bobule s pevnou slupkou a velmi tekutou, jemnou dužinou plnou chuti a odrůdového aroma jsou základem pro kvalitní víno s nápadným buketem, vyšším, ale harmonickým obsahem kyselin a s typickým odrůdovým charakterem vysoko extraktivního vína (Braun a Vanek, 2003; Ložek et al., 2017).

Rulandské šedé

Pochází z oblasti Burgundska ve Francii a patří mezi bílé moštové odrůdy. Keř je středně bujného růstu s malými, kuželovitými, středně hustými střapci na krátké stopce. Bobule jsou malé, kulaté, špinavě šedočervené barvy se středně pevnou, voskovou slupkou způsobující

její barvu. Dužina je rozplývavá s plnou, velmi sladkou a obsažnou chutí. Sběr hroznů bývá obvykle koncem září až začátkem října s vynikající kvalitou bobulí. Při pozdějším sbíraní lze dosáhnout hroznů s vyšší cukernatostí pro výrobu vysoko kvalitního, aromatického, extraktivního vína s harmonií kyselin (Braun a Vanek, 2003; Ložek et al., 2017).

Sauvignon

Původem francouzská bílá moštová odrůda dozrávající začátkem října. Značně bujný vzpřímený růst keře, který je hustě olistěn, je pro tuto odrůdu charakteristický. Plodem jsou kulaté bobule deformovány v hustém střapci se žlutozelenou barvou. Vlastnosti půdy a ročník jsou důležité aspekty pro specifický charakter vína, jakým je mimořádná kořenitost, intenzivní aroma po černém rybízu, kopřivách nebo broskvích. Celkový dojem z vína bývá plný a harmonický z pohledu kyselin (Braun a Vanek, 2003).

Frankovka

Modrá moštová odrůda s nejasnými kořeny v Německu nebo Dolním Rakousku vhodná pro výrobu oblíbeného kvalitního červeného vína expresívně tmavočervené barvy s jemnou tříslovinou a plnou chutí. Růst keře bývá obvykle intenzivní a rodivost dobrá. Střapec je střední až velký, středně hustý, rozvětvený až křídlatý na krátké zelené stopce tvořen středně velkými, kulatými bobulemi s černou, středně pevnou, voskovou slupkou. Dužina je tekutá, rozplývavá s obsažnou chutí. Nejlépe se této odrůdě daří na dostatečně teplých plochách se slunečním svitem v hluboké a úrodné půdě, kde dozrává až koncem října (Braun a Vanek, 2003; Ložek et al., 2017).

Rulandské modré

Odrůda má své počátky ve 4. století ve Francii, oblast Bourgogne a náleží k modrým moštovým odrůdám poskytujícím značně kvalitní vína. Rostlina se vyznačuje středným růstem, malými, ale hustými střapci formovanými malými kulatými bobulemi tmavomodré barvy s tenkou slupkou a tekutou, nezbarvenou dužinou, obsažné, mírně kořenitě chuti. Dozrávání nastává už koncem září, začátkem října a úroda bývá menší. Vhodné podmínky pro pěstování jsou nejlepší polohy ve vinohradu s hlubokou, kyprou a teplou půdou, ve které je případný větší obsah vápna zárukou vyšší jakosti vína. Víno, vyrobeno z této odrůdy se řadí k nejkvalitnějším červeným vínům se světlou rubínově-červenou barvou, hořkomandlovým buketem, jemnou, plnou chutí, odrůdově výrazné bez větší kyselosti (Braun a Vanek, 2003; Ložek et al., 2017).

4.3.2 Odběr a úprava vzorků

Vzorky byly odebírány do tmavých skleněných nádobek, kam byl vzorek vína nalit po okraj nádoby a uzavřen víčkem pro zamezení přístupu většího množství vzduchu. Takto odebrané vzorky byly skladovány v lednici.

Před samotnou analýzou byly vzorky vytemperovány na laboratorní teplotu a zředěny. Do dvou připravených 50ml odměrných baněk bylo napipetováno po 1 ml vzorku vína a doplněno po rysku redestilovanou vodou. Do třetí 50ml odměrné baňky bylo napipetováno 0,5 ml vzorku vína a také doplněno po rysku redestilovanou vodou. Vzorky byly tímto postupem zředěny ve dvou baňkách padesátkrát a v jedné baňce stokrát.

4.4 Použitá přístrojová technika

4.4.1 ICP-OES spektrometr GBC Integra XL 2

Stanovení vybraného prvkového složení vzorků vín bylo zrealizováno na optickém emisním spektrometru s ionizací v indukčně vázaném plazmatu GBC Integra XL 2. Volně běžící vysokofrekvenční generátor plazmatu s frekvencí 40,68 MHz a maximálním výkonem 1500 W je schopen generovat vysoké teploty indukčně vázaného plazmatu a tím docílit atomizace a ionizace vzorku. Přenos vysokofrekvenčního proudu do proudu argonu je zabezpečen vodou chlazenou měděnou cívkou s třemi závity. Přístroj je speciálně zkonstruován k možnosti vysokého přenosu energie do plazmatu, čímž je zaručena vysoká efektivita excitace. Optická jednotka zařízení je tvořena univerzálním proplachovaným a termicky stabilizovaným monochromátorem Czerny-Turner s rozsahem vlnových délek 160–800 nm, 1800 vrypů/mm. Umístění dvou fotonásobičů v detekčním systému má za následek docílení optimální citlivosti v celém rozsahu spektra. Peristaltická pumpa, skleněná cyklonická mlžná komora a pneumatický zmlžovač argonu (Glass Expansion Pty. Ltd., Camberwell, Austrálie) jsou části systému vnášení vzorku. Úkolem peristaltické pumpy je nasávání vzorku do pneumatického zmlžovače. Minimalizace paměťových efektů je funkcí skleněné cyklonické mlžné komory. Přístroj je v praxi využíván pro zemědělské, organické, petrochemické, biologické a geologické vzorky, vzorky jídla a nápojů. Možná je analýza obtížných matric jako jsou suspenze, vzorky s vysokým obsahem soli, mléčné prášky i rozpouštědla bez obtížné a časově náročné přípravy vzorků. Snadné a rychlé přepínání mezi organickými a vodnými matricemi je velkou výhodou přístroje (Nováková, 2015; http://www.gbcsci.com/products/icp-oes/integra-xl/;

http://www.speciation.net/Database/Instruments/GBC-Scientific-Equipment-Ltd/Integra-XL-;i525).

Obrázek 3 ICP-OES spektrometr GBC Integra XL 2 (http://www.gbcsci.com/products/icp-oes/integra-xl/)

ICP-OES spektrometr je ilustrován na obrázku 3. Nastavené parametry pro měření na přístroji jsou přehledně sepsané v tabulce 9.

Tabulka 9 Parametry nastavení ICP-OES spektrometru GBC Integra XL 2

Parametr	Hodnota	Parametr	Hodnota
RF frequency	40,68 MHz	Nebulizer gas	0,6 l/min
RF power	1200 W	Photomultiplier voltage	340–600 V
View height	6 mm	Read	On-peak, 1 s
Gas	Ar 99,999 %	Background correction	Fixed point
Plasma gas	11 l/min	Number of replicates	3
Auxilliary gas	0,6 l/min	View	Radial

Nejcitlivější spektrální čáry nebo čáry nezatížené interferencí jiných přítomných prvků byly využity pro kvantifikační stanovení vybraných prvků (K, P, Mg, Ca). Limity detekce pro stanovení jednotlivých prvků ve vybraných červených a bílých vínech byly dostačující a popisuje je tabulka 10.

Spektrální čáry prvků (zvolené čáry jsou zvýrazněné):

- K I (766,490 nm) a **K I (769,896 nm)**
- **P I (213,618 nm)** a P I (214,914 nm)
- **Mg II (279,553 nm)** a Mg II (280,27 nm)
- Ca I (422,673 nm) a **Ca II (393,366 nm)**

Tabulka 10 Limity detekce (LOD) pro měřené prvky na všech spektrálních čarách

Prvek (vlnová délka)	LOD (mg/l)
K (769,896 nm)	0,05419
K (766,490 nm)	0,1034
P (213,618 nm)	0,01638
P (214,914 nm)	0,06201
Mg (279,553 nm)	0,000049
Mg (280,27 nm)	0,000072
Ca (393,366 nm)	0,000037
Ca (422,673 nm)	0,00326

4.4.2 Software

Experimentálně naměřená data a data z protokolu analýzy půdy byla zhodnocena jednak statistickým programem STATISTICA, jednak programem pro analýzu dat OriginPro 9 (Academic). Kancelářský balík Microsoft Office 2016 byl použit pro vypracování textu a vyhodnocení výsledků.

4.5 Výsledky a diskuze

Za pomoci stopové analytické metody ICP-OES byly ve 14 vzorcích bílých a červených vín pocházejících z vinařské oblasti Morava, podoblast velkopavlovická, vinařská obec Hustopeče, viniční trať „Starý vrch“, vinařství ALTENBERK VINI a.s. stanoveny 4 vybrané prvky, a to draslík, fosfor, hořčík a vápník. Vzorky byly zástupci tří bílých odrůd a dvou

modrých odrůd z ročníků sklizně 2014, 2015 a 2016. Měření každého vzorku proběhlo ve 3 opakováních a výsledky byly vyhodnoceny pomocí aritmetického průměru, směrodatné odchylky a mediánů. Výsledky měření všech 14 vzorků zpracované pomocí aritmetického průměru a směrodatné odchylky jsou shrnuty v příloze C. Rozmezí relativní směrodatné odchylky bylo pro K 1,0–22,8 %, pro P 0,45–5,16 %, pro Mg 0,53–3,37 % a pro Ca 0,71–7,63 %. Ze získaných experimentálních dat byly vypracovány sloupcové grafy, závislosti koncentrace prvku na barvě a ročníku sklizně a koláčové grafy v programech Microsoft Office Excel 2016 a STATISTICA. Hodnoty koncentrací vybraných prvků ve zvolené vinohradnické půdě byly využity z protokolu o zkoušce číslo 2014/247 vystaveném Chemickou laboratoří – Salayová ve Velkých Bílkovicích dne 13. března 2014, který je součásti přílohy B. Výsledky analýzy zahrnují místa a hloubku odběru půdy, stanovené hodnoty pro pH, hodnoty koncentrace v mg/kg pro fosfor, vápník, draslík a hořčík, procentuální zastoupení půdního oxidovatelného uhlíku (C_{ox}) a humusu v jednotlivých místech odběru a optima pro stanovované prvky, pH a humus v půdě. V sloupcových grafech 1–4 jsou uvedeny průměrné koncentrace prvků a jejich směrodatné odchylky (chybové úsečky) s ohledem na odrůdu, rok sklizně hroznů a barvu vína. Obrázky 4–11 poukazují na závislosti obsahu daného prvku na barvě vína nebo roku sklizně vyhodnoceny vícefaktorovou analýzou dat ANOVA s označením vertikálních sloupců intervalem spolehlivosti 0,95. Z dat pro tuto analýzu byly vyloučeny hodnoty koncentrací pro růžové víno vyrobené z hroznů sklizených v roce 2016 z dvou modrých odrůd (Frankovka a Rulandské modré) v poměru 1:1 z důvodu odlišného technologického postupu výroby. Hodnoty mediánů pro koncentrace prvků v půdě a ve všech vínech s jejich minimy a maximy byly vypracovány v programu OriginPro 9 a sepsány v tabulce 11. Ze získaných dat byly vyhotoveny koláčové grafy 5–7, které znázorňují procentuální zastoupení vybraných prvků mezi sebou v půdě a ve vínech. Výsledky byly kriticky vyhodnoceny a porovnány s dostupnou literaturou.

4.5.1 Draslík

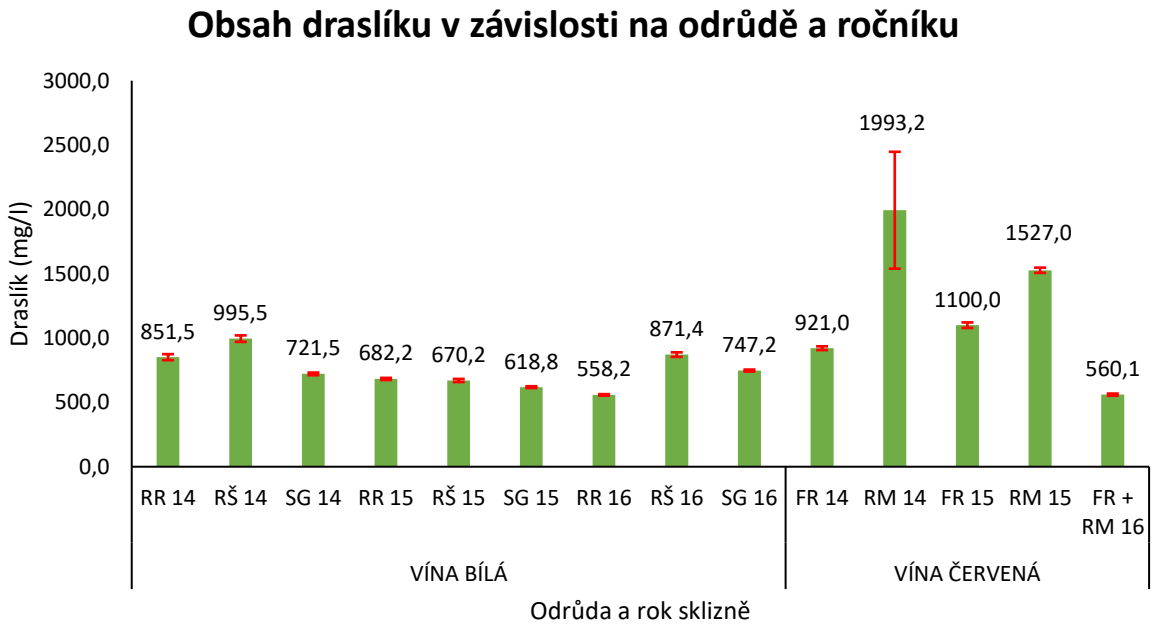
Doporučená denní dávka pro člověka je 2000 mg/den (*Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011*). Optimální hodnoty draslíku v půdě jsou stanoveny na 240–360 mg/kg (Salay, 2014). Rozmezí obsahu draslíku ve vínech je standardně 160 až 2500 mg/l (Mlček et al., 2018).

Vzorky odebrané půdy z hloubky 0–30 cm a 30–60 cm ze spodní i horní řady vinohradu byly analyzovány a obsah draslíku stanoven na 152–270 mg/kg (Salay, 2014). Naměřené hodnoty jsou na spodní hranici optima.

Podle naměřených a zprůměrovaných hodnot lze vyhodnotit draslík jako nejzastoupenější prvek mezi vybranými prvky a jeho hodnoty jsou uprostřed rozmezí obvyklých stanovení ve víně. První i druhá nejvyšší hodnota obsahu draslíku zobrazena v grafu 1 byla naměřena v červeném vínu odrůdy Rulandské modré, ročníky 2014 a 2015. Naopak nejnižší průměrná hodnota obsahu draslíku byla stanovena v bílém víně odrůdy Ryzlink rýnský, ročník 2016 s koncentrací více než třikrát nižší. Průměrné hodnoty obsahu draslíku ve vínech se pohybovaly v rozmezí 558,2–1993,2 mg/l, což v přepočtu na skleničku vína o objemu 0,2 l činí 111,6–398,6 mg draslíku. Celkově lze se statistickou významností ($p < 0,05$) zhodnotit, že v červených vínech je přítomnost draslíku ve větší míře nežli v bílých, na což poukazuje obrázek 4, vypracován v programu STATISTICA pomocí vícefaktorové analýzy dat ANOVA za využití dekompozice efektivní hypotézy s úrovní významnosti $p=0,008$. Zhodnocením závislosti množství draslíku na roku, kdy byly hrozny sklizeny, která je zobrazena na obrázku 5, lze zkonstatovat, že mezi roky 2014 a 2015 nastal jistý pokles a od roku 2015 do roku 2016 se obsah draslíku ve víně opětovně zvýšil. Analýza dat proběhla stejně jako u obrázku 4 s výjimkou v úrovni významnosti $p=0,636$, která dokazuje statistickou nevýznamnost ($p > 0,05$) zjištěných údajů.

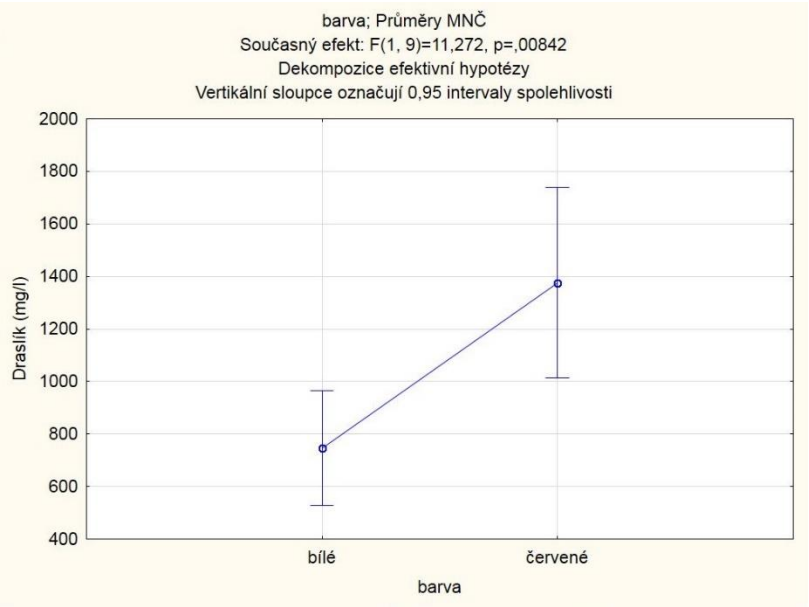
Výsledná koncentrace draslíku ve vzorcích vín poukazuje na konečné dozrávání bobulí, které lze považovat za vysvětlení pro rozdílné hodnoty. Vyšší množství draslíku se nachází obvykle u červených vín, ale i suchých bílých vín (např. Chardonnay, Rulandské bílé). Zjemňuje chuť vína a vyšší koncentrace může být znakem věku vína. Spojením vyššího věku a červené barvy vína lze u vzorku Rulandské modré, ročník 2014 zdůvodnit nejvyšší obsah draslíku. Vysrážením vinného kamene (hydrogenvinan draselný) při fermentaci se může koncentrace draslíku snížit až o 1000 mg/l. Vína s nízkým obsahem draslíku mají kyselé a hořké vlastnosti (Mlček et al., 2018).

Graf 1 Obsah draslíku v závislosti na odrůdě a roku sklizně



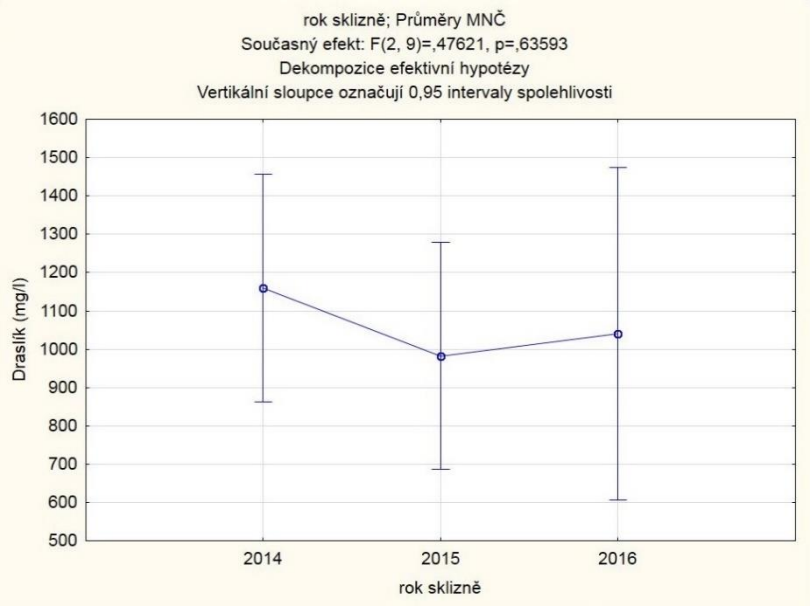
Poznámka: RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; SG – Sauvignon; FR – Frankovka; RM – Rulandské modré. Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N=3). Čísla 14, 15, 16 vyjadřují rok sklizně 2014, 2015, 2016.

Obrázek 4 Závislost koncentrace draslíku na barvě vína



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

Obrázek 5 Závislost koncentrace draslíku na roku sklizně



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

4.5.2 Fosfor

Doporučená denní dávka fosforu pro člověka je 700 mg/den (*Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011*). V České republice jsou půdy bohaté na obsah fosforu a optimum se pohybuje mezi 70–100 mg/kg. Jeho koncentrace ve víně je od 60 mg/l do 1000 mg/l (Mlček et al., 2018; Salay, 2014).

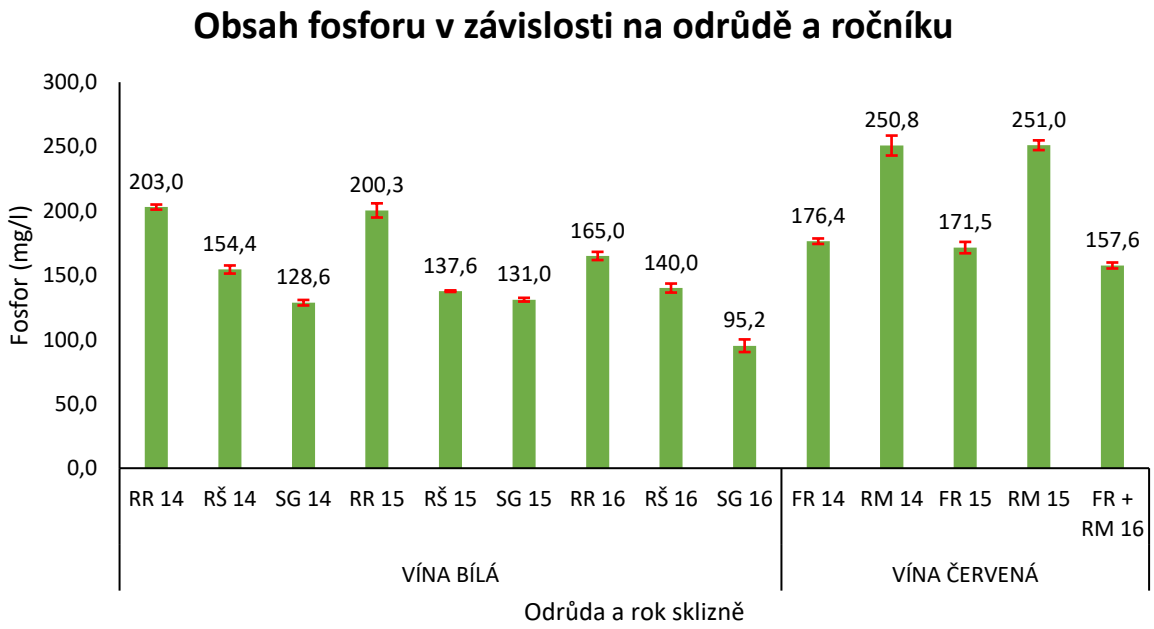
Analýzou odebraných vzorků půdy z hloubky 0–30 cm a 30–60 cm ve spodní i horní řadě vinohradu se stanovil obsah fosforu na 2,6–16 mg/kg (Salay, 2014). Tyto hodnoty jsou značně menší nežli hodnoty optima.

Z grafu 2 vyplývá, že dvě nejvyšší průměrné hodnoty koncentrace fosforu jsou opět v modrých odrůdách Rulandské modré, ročník 2014 a 2015. Dalšími hodnotnými zástupci obsahu fosforu jsou bílá vína odrůdy Ryzlink rýnský, ročník 2014 a 2015. Bílé víno odrůdy Sauvignon, ročník 2016 vykazuje nejnižší průměrné hodnoty, z čehož vyplývá nejnižší obsah fosforu mezi vzorky. Rozsah hodnot aritmetického průměru koncentrací fosforu zapadá do rozmezí standardních hodnot nalezených ve vínech a je 95,2 až 250,8 mg/l, což naznačuje spíše menší výskyt. Převedeno na jednu skleničku vína (0,2 l) dosahuje množství fosforu pouze 19–50,2 mg. Obrázek 6, zpracován za pomoci dekompozice efektivní hypotézy s úrovní významnosti 0,068 jasně dokazuje značný nárůst koncentrace fosforu u červených vín naproti

bílým vínům. Avšak tyto údaje nejsou statisticky významné (p > 0,05). Množství fosforu vzhledem k ročníku sklizně má na rozdíl od draslíku celkově klesající tendenci, a to v roce 2016 větší nežli v roce 2015. Tato skutečnost je zobrazena na obrázku 7, zhotoveném stejným způsobem jako obrázek 6 se změnou v úrovni významnosti na 0,660, která je také statisticky nevýznamná (p > 0,05).

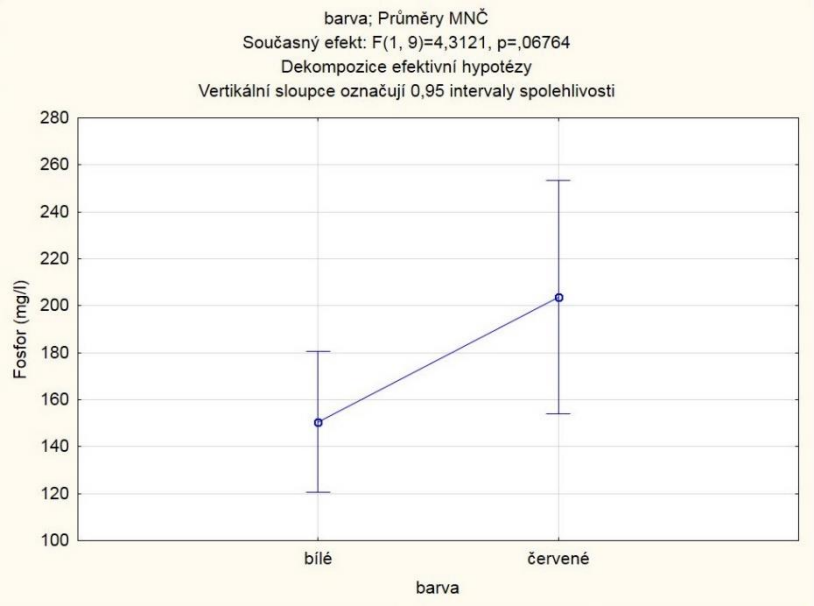
Při pohledu na hodnoty optima fosforu v půdě a standardní hodnoty ve vínech je očividné, že mezi půdou, rostlinou a vínem nastává určitý nárůst koncentrace stejně jako v případě vybraných vín pro tuto analýzu. Příčinou vyššího obsahu fosforu ve vinné révě a také ve vyrobeném víně může být jeho přítomnost v nukleových kyselinách, enzymech, fosfolipidech, fosforylovaných sacharidech i peptidech. Aktivuje meziprodukty biosyntetických procesů a participuje na přenose energie ve formě ADP a ATP. Svojí důležitou roli má i v procesech fotosyntézy, dýchání, metabolizmu sacharidů, proteinu a dalších biochemických proměnách v rostlině. Vinná réva je také schopna recyklace fosforu, který je v rostlině dobře přemísťován, což může dokazovat několikanásobný nárůst obsahu fosforu ve víně naproti obsahu v půdě (Ložek et al., 2017; Šimanský, 2011).

Graf 2 Obsah fosforu v závislosti na odrůdě a roku sklizně



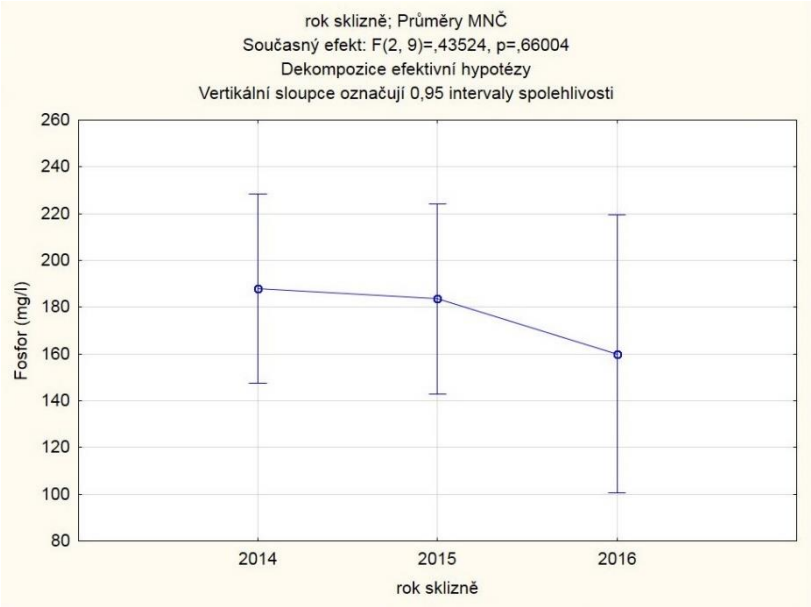
Poznámka: RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; SG – Sauvignon; FR – Frankovka; RM – Rulandské modré. Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N=3). Čísla 14, 15, 16 vyjadřují rok sklizně 2014, 2015, 2016.

Obrázek 6 Závislost koncentrace fosforu na barvě vína



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

Obrázek 7 Závislost koncentrace fosforu na roku sklizně



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

4.5.3 Hořčík

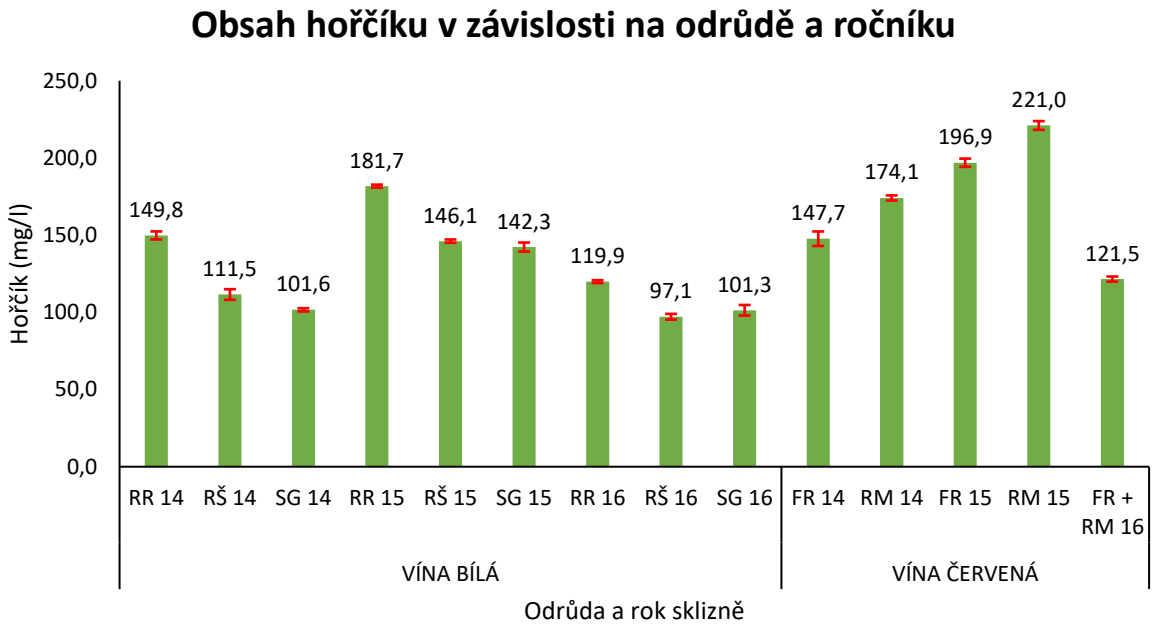
Doporučená denní dávka pro hořčík je u člověka 300–400 mg/den (*Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011*). Optimum v půdě náleží hodnotám 150–220 mg/kg (Salay, 2014). Hořčík může být ve vínu obsažen v rozmezí 50–2000 mg/l (Mlček et al., 2018).

Z hloubky 0–30 cm a 30–60 cm byly odebrány vzorky půdy ze spodní i horní řady vinohradu a obsah hořčíku se stanovil na 538–972 mg/kg (Salay, 2014). Při porovnání s optimem je možné jednoznačně konstatovat, že vzorky půdy obsahovaly několikanásobně větší množství hořčíku, než stanovuje optimum.

Celkové zprůměrované hodnoty koncentrace hořčíku ve vínech splňovaly standardy a lze je zhodnotit spíše jako nižší navzdory vysokému obsahu v půdě. Modrá odrůda Rulandské modré, červené víno ročníku 2015, je s hodnotou 221 mg/l a podle grafu 3 jednoznačným zástupcem nejvyšší koncentrace hořčíku ve víně z vybraných vzorků. Dalšími víny s vysokým obsahem hořčíku jsou Frankovka a Ryzlink rýnský, ročník 2015 a Rulandské modré, ročník 2014. Nejnižší průměrná koncentrace 97,1 mg/l byla zjištěna v bílém víně, odrůda Rulandské šedé, ročník 2016. Skleničkou těchto vín (0,2 l) může tedy člověk přijmout pouze 19,4–44,2 mg hořčíku. Dekompozice efektivní hypotézy s úrovní významnosti 0,005 dokazuje statisticky významnou ($p < 0,05$) závislosti mezi barvou vína a koncentrací hořčíku ve víně. Na obrázku 8 je možné pozorovat významný nárůst obsahu prvku od bílých k červeným vínům. Obrázek 9, zhotoven za pomoci dekompozice efektivní hypotézy s úrovní významnosti 0,008, vystihuje zásadní statisticky významný ($p < 0,05$) nárůst průměrné koncentrace hořčíku v roce 2015. Hodnoty koncentrací s ohledem na interval spolehlivosti v letech 2014 a 2016 jsou přibližně podobné.

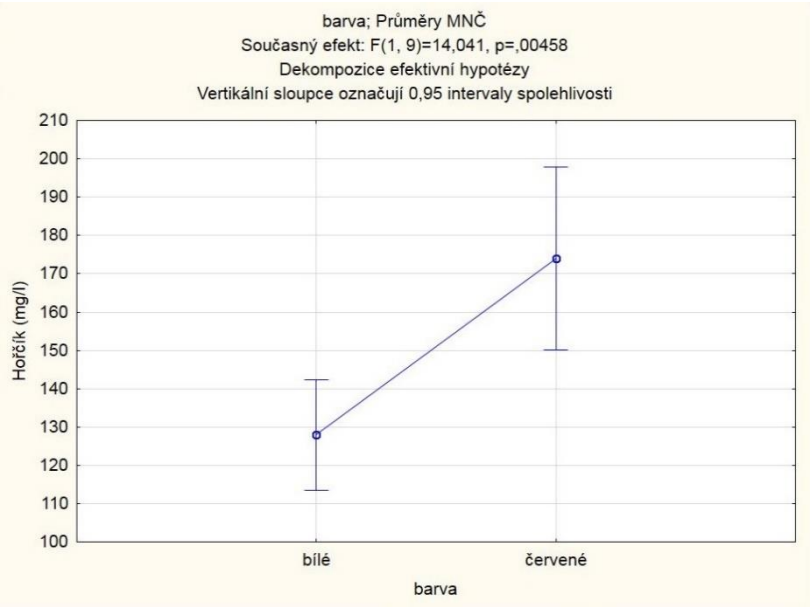
I když je původ vzorků vín z oblasti bohaté na hořčík, nebyl ve vínech stanoven jeho extrémní výskyt, jak bylo očekáváno. Hladina hořčíku je závislá na srovnatelných faktorech jako draslík a je zde možnost korelace mezi těmito prvky. Antagonistický vztah s kationy K^+, Ca^{2+} ve vyšší koncentraci je příčinou nedostatku Mg v rostlině, a tedy i ve víně. Menší množství stanoveného Mg ve víně by mohlo být ovlivněno také narušením optimálních poměrů K:Mg a Ca:Mg v listech vinné révy, a tedy nedostatečným příjmem hořčíku z půdy. Vyšší obsah hořčíku v červených vínech naproti bílým může být důsledkem přechodu většího množství Mg ze semen do moštu během nakvašení bobulí (Ložek et al., 2017; Mlček et al., 2018; Šimanský. 2011).

Graf 3 Obsah hořčíku v závislosti na odrůdě a roku sklizně



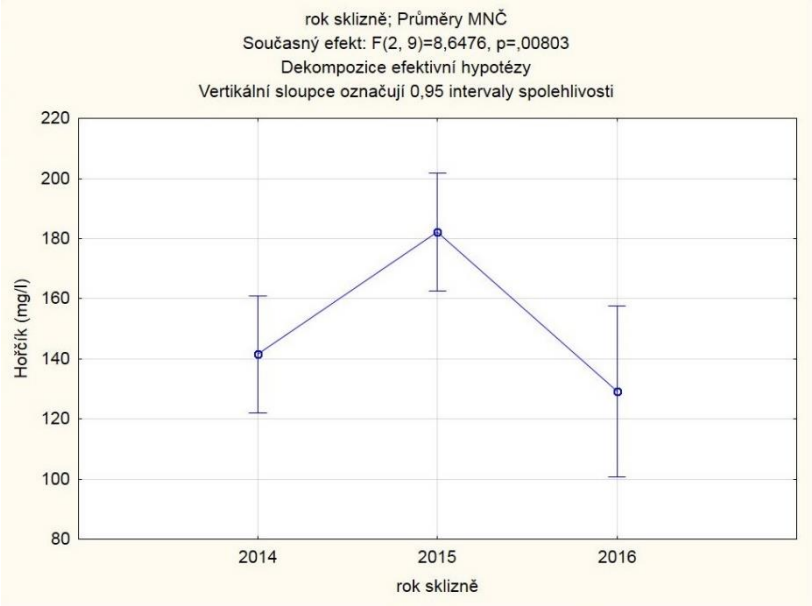
Poznámka: RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; SG – Sauvignon; FR – Frankovka; RM – Rulandské modré. Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N=3). Čísla 14, 15, 16 vyjadřují rok sklizně 2014, 2015, 2016.

Obrázek 8 Závislost koncentrace hořčíku na barvě vína



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

Obrázek 9 Závislost koncentrace hořčíku na roku sklizně



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

4.5.4 Vápník

Doporučená denní dávka je 1000 mg/den pro lidský organizmus (*Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011*). V českých vinohradnických regionech jsou velmi časté vápenaté půdy a optimum vápníku v nich není limitováno (Mlček et al., 2018; Salay, 2014). Koncentrace vápníku ve víně může být v rozmezí 100–220 mg/l (Salay, 2014).

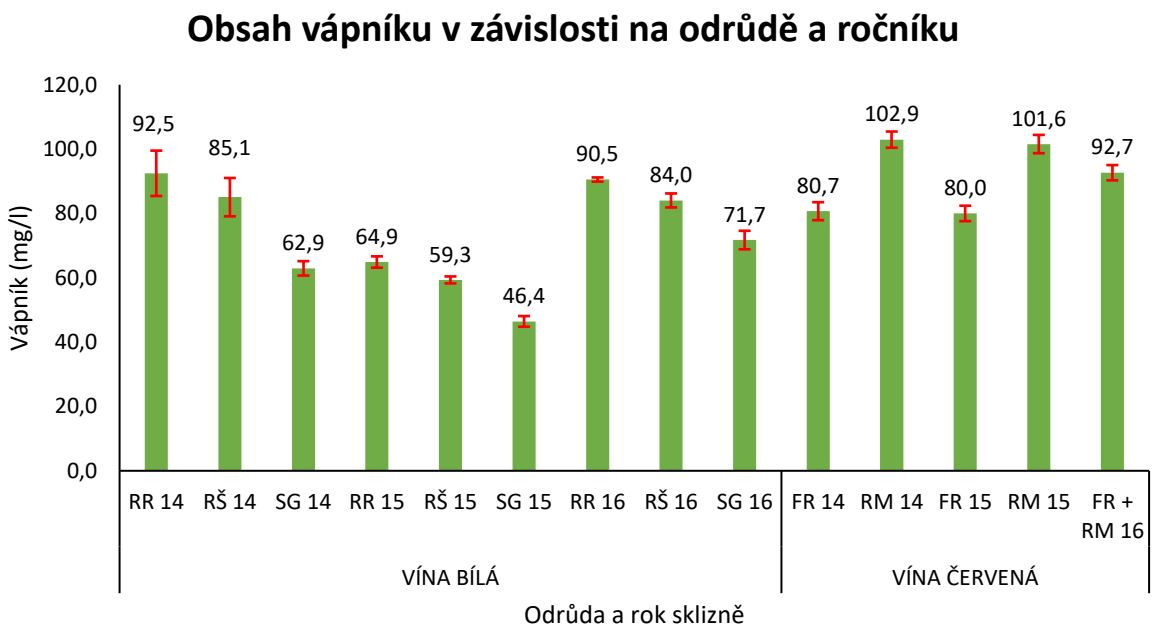
Stanovení vápníku v půdě proběhlo ze spodní i horní řady vinohradu, kde byly získány vzorky půdy z hloubky 0–30 cm a 30–60 cm. Obsah vápníku byl změřen na 17 940–23 400 mg/kg (Salay, 2014). Hodnoty jsou výrazně vyšší naproti ostatním stanovovaným prvkům, avšak není možné posouzení s optimem, z důvodu nelimitování obsahu Ca v půdě.

Červené víno vyrobeno z modré odrůdy Rulandské modré v ročnících 2014 a 2015 jsou opět vína s nejvyšším zastoupením stanovovaného prvku. Vysoké množství vápníku je navzdory jiné technologii přípravy přítomno také v růžovém vínu, vyrobeném z modrých odrůd Frankovka a Rulandské modré v poměru 1:1, ročník 2016. Z bílých vín je Ryzlink rýnský, ročník 2014 a 2016 odrůdou s poměrně vysokým obsahem vápníku. S méně než poloviční průměrnou koncentrací vápníku je nejnižší obsah tohoto prvku v bílém víně Sauvignon, ročník 2015. Rozmezí průměrných hodnot koncentrací vápníku v bílých a červených vínech se pohybovalo od 46,4 do 102,9 mg/l. Jednotlivé hodnoty jsou většinou podprůměrné vzhledem

k standardním koncentracím. Přepočtem na jednu sklenici vína o objemu 0,2 l je člověk schopen přijmout 9,3–20,6 mg vápníku. Všechny tato data jsou zpracována a zobrazena v grafu 4. Obrázek 10 dále poukazuje na statisticky významnou ($p < 0,05$) závislost mezi obsahem vápníku ve víně a jeho barvou s úrovní významnosti 0,027. Jasně zobrazuje, že průměrná přítomnost vápníku je v červených vínech vyšší nežli v bílých. Závislost mezi koncentrací vápníku ve víně a rokem sklizně je sice podle obrázku 11 statisticky nevýznamná ($p > 0,05$) z důvodu hodnoty úrovně významnosti 0,140, ale lze zhodnotit, že podobně jako u draslíku množství vápníku rokem 2015 pokleslo a do roku 2016 se opět zvýšilo.

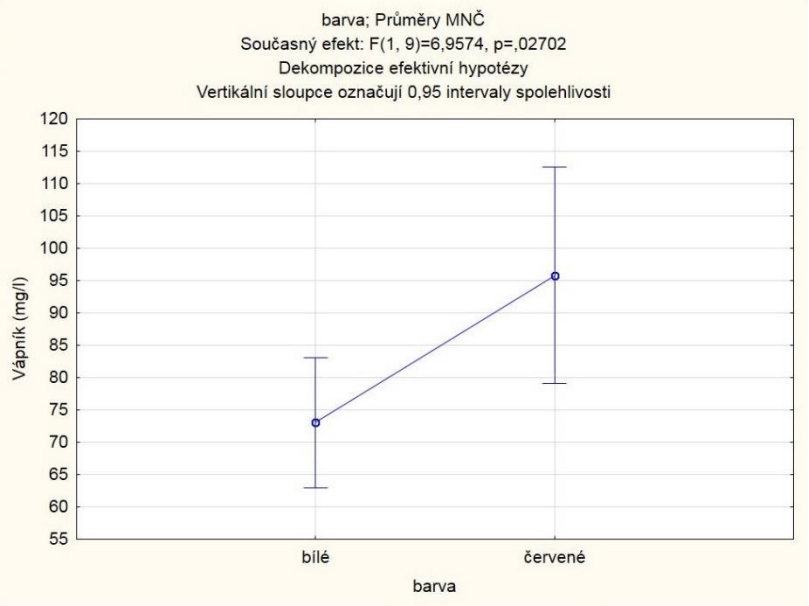
Podstatně nižší koncentrace Ca ve víně nežli v půdě by mohla být způsobena hromaděním prvku spíše v listech rostliny, kde je nejzastoupenějším minerálním prvkem nežli v plodech. Vápník se ve víně může vyskytovat i ve formě krystalů vínanu vápenatého. Množství vápníku lze zvýšit v procesu výroby odkyselením vína za použití $CaCO_3$. Příznivý vliv vápníku na víno je v jeho chuti a vůni (Amorós et al., 2018; Mlček et al., 2018).

Graf 4 Obsah vápníku v závislosti na odrůdě a roku sklizně



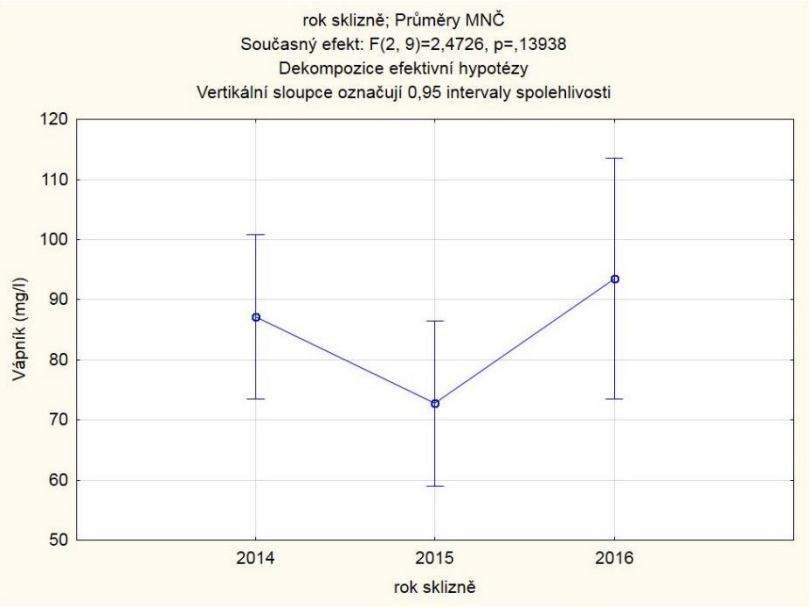
Poznámka: RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; SG – Sauvignon; FR – Frankovka; RM – Rulandské modré. Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N=3). Čísla 14, 15, 16 vyjadřují rok sklizně 2014, 2015, 2016.

Obrázek 10 Závislost koncentrace vápníku na barvě vína



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

Obrázek 11 Závislost koncentrace vápníku na roku sklizně



F – hodnota statistiky, p – výsledná hladina významnosti

4.5.5 Souvislost mezi obsahem prvků v půdě a jeho výskytem ve vínech

Další charakteristikou statistického souboru je medián pro svojí velkou vypovídající hodnotu jakožto charakteristiky polohy statistického znaku, v tomto případě koncentrace prvků v půdě nebo ve víně. V tabulce 11 jsou zpracovány hodnoty mediánů vytvořené z koncentrací prvků v půdě a průměrných koncentrací prvků ve všech vínech.

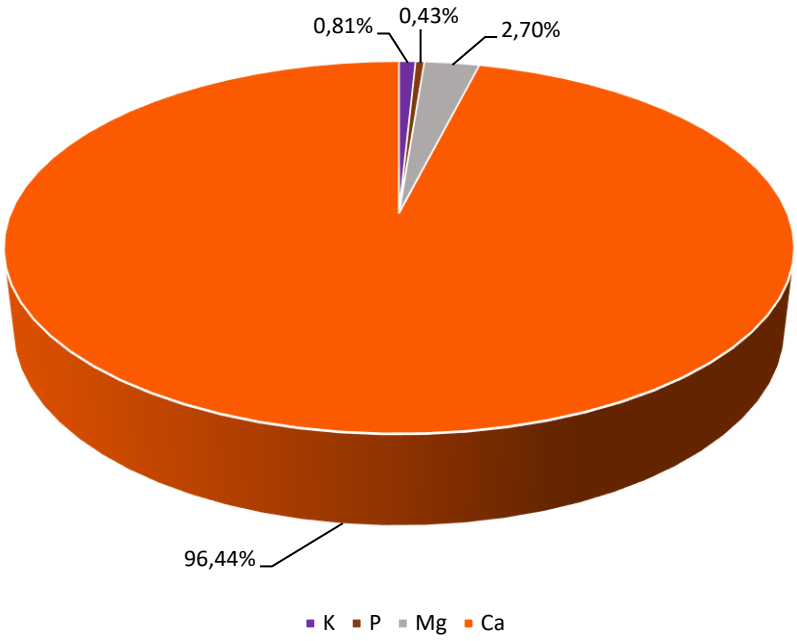
Tabulka 11 Hodnoty mediánu pro průměrné koncentrace prvků v půdě v mg/kg a ve vínech v mg/l

Vzorek	Značka prvku	Minimum	Medián	Maximum
Půda	K	145	193,5	270
	P	2,6	10,35	16
	Mg	538	644	972
	Ca	17940	22975	23400
Vína celkem	K	558,2	799,3	1993,2
	P	95,2	161,2	251,0
	Mg	97,1	144,2	221,0
	Ca	46,4	82,4	102,9

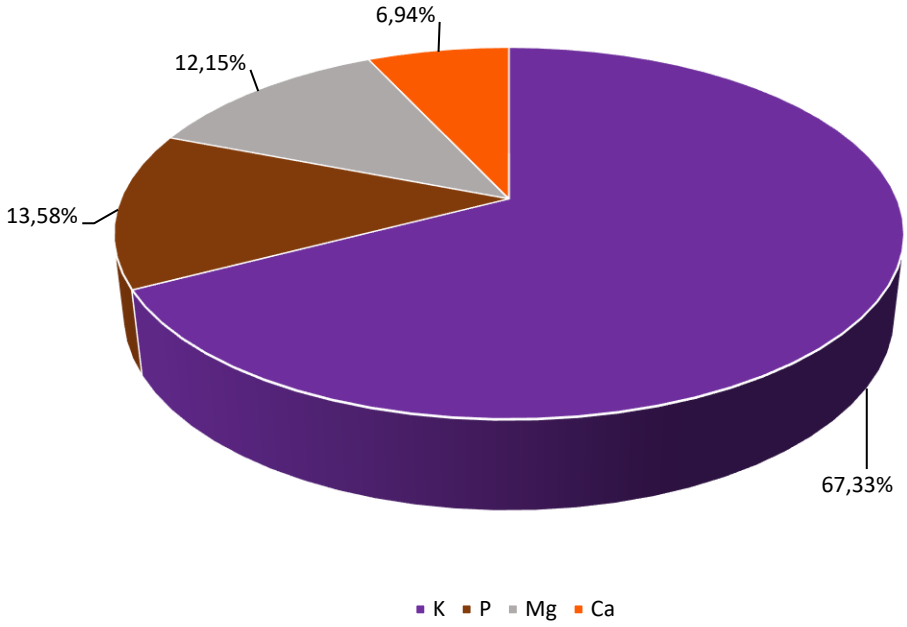
Grafy 5 a 6 byly vyhotoveny přepočtem mediánu na procentuální zastoupení koncentrace jednotlivých prvků na celku, v tomto případě celkové koncentraci vybraných 4 prvků. Jednotlivé procentuální zastoupení K, P, Mg a Ca v půdě zobrazuje graf 5, kde lze pozorovat zřejmé největší zastoupení vápníku (96,44 %) a výrazně malé zastoupení Mg (2,70 %), K (0,81 %) a P (0,43 %). Graf 6, zobrazující zastoupení prvků ve vínech naznačuje podstatnou změnu procentuálního rozložení jednotlivých prvků. Naproti půdě je ve vínech zastoupení vápníku nejmenší (6,94 %) a dominuje obsah draslíku z více než poloviny (67,33 %). Procentuální zastoupení hořčíku (12,15 %) a fosforu (13,58 %) je ve vínech na podobné úrovni. Radikální změny v procentuálních zastoupeních prvků v půdě a následně ve vínech můžou být způsobeny korelačními vlivy mezi prvky, a to nejen stanovenými, ale všemi prvky přítomnými v půdě. Důležitým faktorem pro příjem živin rostlinou je i hodnota pH půdy s optimem v rozmezí 4,5–6,5. Stanovená hodnota pH vinohradnické půdy pro rok 2014 byla

vyšší, a to v rozmezí 7,79–8,04. Tyto hodnoty nejsou extrémně vysoké, avšak mohly mít vliv na příjem některých živin z půdy. Rozdíly lze také vysvětlit biochemickými procesy probíhajícími v rostlině, které mají za následek změnu poměru minerálních látek a chemickými změnami ve víně vznikajícími při jeho výrobě a úpravách.

Graf 5 Procentuální zastoupení vybraných prvků v půdě



Graf 6 Procentuální zastoupení vybraných prvků ve vínech



5 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zkoumání vlivu prvkového složení půdy na kvalitu vína. Pro přiblížení tohoto vlivu bylo provedeno experimentální stanovení vybraných prvků ve 14 vzorcích vín vyrobených ze tří bílých a dvou modrých moštových odrůd pocházejících z viniční tratě „Starý vrch“ patřící vinařství ALTENBERK VINI a.s. v Hustopečích. Prvky vybrané pro stanovení byly draslík, fosfor, hořčík a vápník.

Víno je na základě studia odborné literatury zhodnoceno z pohledu chemického složení a jeho spojení s kvalitou, z pohledu základní klasifikace a účinků na zdraví člověka. Důležitými faktory pro výslednou kvalitu a složení vína, které práce také popisuje, jsou zejména pěstování vinné révy na vinohradnických půdách a samotná výroba vína. Hlavní část práce byla věnována spojení mezi vinohradnickou půdou, složením, funkcí a korelací živin v této půdě a přechodem minerálních látek přes vinnou révu do vína. Dále byl v práci popsán výskyt a možný zdroj minerálních látek ve vyrobeném víně s definicí důležitosti minerálních látek ve výživě člověka. Práce také seznamuje s využíváním znalosti specifického složení půdy pro geografickou identifikaci původu vín. Experimentální část práce seznamuje s vybranými vzorky vín a jejich přípravou pro analýzu. Stanovení zvolených prvků ve vínech bylo provedeno stopovou analytickou metodou optické emisní spektrometrie s ionizací v indukčně vázaném plazmatu.

Cílem experimentální části bylo zjištění a kritické zhodnocení existence spojitosti mezi obsahem zvolených prvků (K, P, Mg a Ca) v půdě a jejich koncentrací ve víně. Získané hodnoty z měření byly porovnány z více hledisek, a to s obvyklými obsahy daných prvků ve vínech, jednotlivá vína mezi sebou, možná závislost obsahu prvků na barvě vína nebo roku sklizně a porovnání obsahu prvku v půdě a ve vínech. Podle úzce zvoleného rozsahu analýzy lze zhodnotit, že mezi složením půdy a obsahem prvků ve víně je určitý vztah. Nicméně je tento vztah značně ovlivňován mnoha faktory, a to zejména korelací mezi prvky, hodnotou pH půdy, schopností kořenů vinné révy přijímat živiny z půdy a nejen množstvím, ale i funkčností daného prvku. Pro bližší určení důležitosti jednotlivých faktorů by byla potřebná celková analýza půdy, vzorků rostliny a vzorků z jednotlivých částí zpravování hroznů, aby bylo možné určení ztrát a naopak nárůstu obsahu jednotlivých prvků.

Závěrem je možné říct, že výsledky analýzy i studium odborné literatury potvrdily existenci vztahu mezi složením půdy a obsahem prvků ve víně. Avšak vztah mezi půdou a vínem je komplikován mnoha činiteli, což naznačuje existenci plnohodnotného, vyváženého a obsažného vína jako výsledek spojení mnoha okolností do jedné lahve vynikajícího nápoje.

6 POUŽITÁ LITERATURA

AMORÓS, J.A., S. BRAVO, C. PÉREZ-DE-LOS-REYES, F.J. GARCÍA-NAVARRO, J.A. CAMPOS, M. SÁNCHEZ-ORMEÑO, R. JIMÉNEZ-BALLESTA a P. HIGUERAS. Iron uptake in vineyard soils and relationships with other elements (Zn, Mn and Ca). The case of Castilla-La Mancha, Central Spain. *Applied Geochemistry*. 2018, **88**, 17–22. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.02.009. ISSN 08832927.

ATEŞ, F., A. ÜNAL, E. CAKIR a A. YAĞCI. The effects of different tillage methods on mineral substance of raisins in organic grape growing. *Acta Horticulturae*. 2016, **1115**, 155–160. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1115.23. ISSN 05677572.

BALÍK, Josef. *Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech: Anthocyanin pigments in grapes and wines*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 108 s. ISBN 978-80-7375-412-9. 8

BARANTAL, Samuel, Otto LOŽEK a Peter CHLEBO. *Vlyv výživy a rezu viniča na úrodu a kvalitu hrozna*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015, 147 s. ISBN 978-80-552-1381-1. 26–39

BENEŠ, David. Sklizeň hroznů. *Wine.cz* [online]. 2017 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.wine.cz/sklizen-hroznu/

BENNEMANN, Gabriela Datsch, Clerissa FABIELE DE ASSIS, Gabriela Caroline Rovea Costa MOREIRA, Luiz HENRIQUE DE LIMA, Karolyne Kruger CARVALHO, Yohandra Reyes TORRES a Renato Vasconcellos BOTELHO. Mineral analysis, anthocyanins and phenolic compounds in wine residues flour. *BIO Web of Conferences*. 2016, **7**. DOI: 10.1051/bioconf/20160704007.

BRASCHI, Eleonora, Sara MARCHIONNI, Simone PRIORI, et al. Tracing the $^{87}Sr/^{86}Sr$ from rocks and soils to vine and wine: An experimental study on geologic and pedologic characterisation of vineyards using radiogenic isotope of heavy elements. *Science of the Total Environment*. 2018, **628–629**, 1317–1327. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.069. ISSN 00489697.

BRAUN, Ján a Gašpar VANEK. *Pestujeme vinič: Pestovanie, ošetrenie, odrody, rez, ochrana, hnojenie*. Bratislava: Nezávislosť, 2003, 216 s. ISBN 80-85217-85-6. 8–112

ČESKO. Zákon č. 321/2004 Sb. ze dne 28. května 2004 o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 105/2004. Dostupný také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-321

DIVIŠ, Pavel. Co nám mohou kovy říci o víně. *Chempoint* [online]. Vysoké učení technické v Brně, 2011, 02. 03. 2011 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://www.chempoint.cz/co-nam-mohou-kovy-rici-o-vine

FARKAŠ, Jan. *Biotechnológia vína*. Bratislava: Alfa, 1983, 978 s. 84–347

FARKAŠ, Ján. *Technologie a biochemie vína*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980, 870 s. 19

FARKAŠ, Ján. *Všetko o víne: tajomstvá kvality vína*. Martin: Neografia, 1998, 171 s. ISBN 80-88892-16-3. 16–90

FIC, Vlastimil. *Víno: analýza, technologie, gastronomie*. Český Těšín: 2 THETA, 2015, 299 s. ISBN 978-80-86380-77-3. 19–70

FRAGOPOULOU, Elizabeth, Maria CHOLEVA, Smaragdi ANTONOPOULOU a Constantinos A. DEMOPOULOS. Wine and its metabolic effects. A comprehensive review of clinical trials. *Metabolism Clinical and Experimental*. 2018, **83**, 102–119. DOI: 10.1016/j.metabol.2018.01.024.

FRANK, Mitch. Serge Renaud, "Father of the French Paradox," Dies at 85. *Wine Spectator* [online]. 2012, [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: http://www.winespectator.com/webfeature/show/id/47543

Instrument Database: GBC Scientific Equipment Ltd. - Integra XL. *Speciation.net* [online]. [cit. 2018-06-12]. Dostupné z: http://www.speciation.net/Database/Instruments/GBC-Scientific-Equipment-Ltd/Integra-XL-;i525

Integra XL. *Gbcsci.com* [online]. [cit. 2018-06-12]. Dostupné z: http://www.gbcsci.com/products/icp-oes/integra-xl/

IVIČIČ, Lubomír. ALTENBERK VINI. *Nabídka vín*. 2017. Propagační materiál.

IVIČIČ, Lubomír. In: *ALTENBERK VINI* [online]. [cit. 2018-06-25]. Dostupné z: http://www.altenberkvini.cz/

KIRK, Raymond E. a Donald F. OTHMER. *Encyclopedia of chemical technology*. vol. 24, Vitamins to zone refining. 3rd ed. New York: John Wiley, 1984, 917 s. ISBN 0-471-02077-X. 554–557

KOPLÍK, Richard. Víno [přednáška]. In: *web.vscht.cz* [online]. [cit. 2018-05-14]. Záznam dostupný z: https://web.vscht.cz/~koplikr/6_Víno.pdf

KREMPA, Pavol, Otto LOŽEK a Ladislav VARGA. *Vplyv diferencovanej minerálnej výživy N, P, K, Mg, S na kvalitu a kvantitu hrozna vo vinohradníckej oblasti Tokaj*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010, 103 s. ISBN 978-80-552-0457-4. 15–24

LISEK, Jerzy, Lidia SAS-PASZT, Edyta DERKOWSKA, Tomasz MROWICKI, Michał PRZYBYŁ a Mateusz FRĄC. Growth, Yielding and Healthiness of Grapevine Cultivars 'Solaris' and 'Regent' in Response to Fertilizers and Biostimulants. *Journal of Horticultural Research*. 2016, **24**(2), 49–60. DOI: 10.1515/johr-2016-0020. ISSN: 23005009.

LOŽEK, Otto, Soňa BUGÁŇOVÁ a Vladimír ŠIMANSKÝ. *Vplyv makro a mikroživín na úrodu a kvalitu hrozna v Malokarpatskej vinohradníckej oblasti*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017, 85 s. ISBN 978-80-552-1774-1. 18–29

MANDŽUKOVÁ, Jarmila. *Liečivá sila vitamínov a minerálnych látok*. Bratislava: Ikar, 2017, 280 s. ISBN 978-80-551-5442-8. 95–185

MARTINS, Viviana, António TEIXEIRA, Mohsen HANANA, Eduardo BLUMWALD a Hernâni GERÓS. Copper stress in grapevine. *Grapevine in a Changing Environment: A Molecular and Ecophysiological Perspective*. Edited by GERÓS, Hernâni, Maria Manuela CHAVES, Hipólito MEDRANO GIL a Serge DELROT. John Wiley, 2016, s. 299–319. DOI: 10.1002/9781118735985.ch13. ISBN 978-111873598-5.

MINÁRIK, Erich a Andrej DOBOŠ. *Technológia výroby a stabilizácie hroznového vína: Realizačný výstup štátnej úlohy S 11-529-103-06. Komplexný rozvoj a racionalizácia výroby hroznových vín a zúžitkovanie vedľajších produktov vinárskej výroby*. Nitra: ÚVTEI pre poľnohosp., 1988, 52 s. 3–18

MLČEK, Jiří, Sabina TRÁGEOVÁ, Anna ADÁMKOVÁ, Martin ADÁMEK, Martina BEDNÁŘOVÁ, Soňa ŠKROVÁNKOVÁ a Eva SEDLÁČKOVÁ. Comparison of the content of selected mineral substances in Czech liturgical and common wines. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2018, **12**(1), 150–156. DOI: 10.5219/901. ISSN 1337-0960.

NOVÁKOVÁ, Lucie. *Optimalizace přípravy vzorku pro potřeby anorganické prvkové analýzy jater, kostí a tuku vyder říčních vybranými metodami atomové spektrometrie*. Pardubice, 2015, 76 s. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. Vedoucí práce Ing. Lenka Husáková, Ph.D.

PEPI, Salvatore, Pietro GRISENTI, Luigi SANSONE, Milvia CHICCA a Carmela VACCARO. Chemical elements as fingerprints of geographical origin in cultivars of Vitis vinifera L. raised on the same SO4 rootstock. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018, **25**(1), 490–506. DOI: 10.1007/s11356-017-0443-y. ISSN 09441344.

Pěstování révy vinné. *Bioagens.eu* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://www.bioagens.eu/pestovani-revy-vinne

PII, Youry, Anita ZAMBONI, Silvia DAL SANTO, Mario PEZZOTTI, Zeno VARANINI a Tiziana PANDOLFINI. Prospect on Ionomic Signatures for the Classification of Grapevine Berries According to Their Geographical Origin. *Frontiers in Plant Science*. 2017, **8**(640). DOI: 10.3389/fpls.2017.00640. ISSN 1664462X.

Referenční hodnoty pro příjem živin. V ČR 1. vyd. Praha: Společnost pro výživu, 2011, 192 s. ISBN 978-80-254-6987-3. 120–166

Rozdělení vín podle druhu a kvality. *Kna.cz* [online]. 2011 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: http://www.kna.cz/mesni-vina/rozdeleni-vin-podle-druhu-a-kvality.html

SALAY, Radim. CHEMICKÁ LABORATOŘ – SALAYOVÁ. *Protokol o zkoušce (Výsledky analýz)*. 2014/247. Velké Bílovice, 2014, 1 s.

SHIMIZU, Hideaki, Fumikazu AKAMATSU, Aya KAMADA, Kazuya KOYAMA, Masaki OKUDA, Hisashi FUKUDA, Kazuhiro IWASHITA a Nami GOTO-YAMAMOTO. Discrimination of wine from grape cultivated in Japan, imported wine, and others by multi-elemental analysis. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2018, **125**(4), 413–418. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2017.10.016. ISSN 13891723.

ŠIMANSKÝ, Vladimír. *Pôda a výživa viniča hroznorodého*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2011, 46 s. ISBN 978-80-552-0565-6. 5–26

TOMASI, D. Grape quality starts at the roots. *Acta Horticulturae*. 2016, **1136**, 1–10. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1136.1. ISSN 05677572.

URSELL, Amanda. *Vitamíny a minerálne látky: Prírodné doplnky pre dokonalé zdravie a vitalitu*. Bratislava: Noxi, 2004, 128 s. ISBN 80-89179-01-0. 53–85

VANEK, Gašpar a kolektív. *Vinič: pestovanie: integrovaná produkcia hrozna: ekologické a ekonomické pestovanie, výživa a ochrana*. *3*. Bratislava: Príroda, 1996, 150 s. ISBN 80-07-00759-8. 32-33, 75–76

YAMI, Shambel G., Bhagwan Singh CHANDRAVANSHI, Taddese WONDIMU a Cherinet ABUYE. Assessment of selected nutrients and toxic metals in fruits, soils and irrigation waters of Awara Melka and Nura Era farms, Ethiopia. *SpringerPlus*. 2016, **5**(1), 1–12. DOI: 10.1186/s40064-016-2382-3. ISSN 21931801.

7 PŘÍLOHY

Příloha A *Pohled na viniční trat „Starý vrch“* 73

Příloha B *Protokol o zkoušce (Výsledky analýz)* 74

Příloha C *Průměrná koncentrace minerálních látek naměřená ve víně* 75

Příloha A *Pohled na viniční trat „Starý vrch“ (Ivičič)*

Příloha B *Protokol o zkoušce (Výsledky analýz)*

Ing. Radim Salay
CHEMICKÁ LABORATOŘ - SALAYOVÁ, 691 02 VELKÉ BÍLOVICE
zkušební laboratoř akreditovaná ČIA pod č. 1083
PROTOKOL O ZKOUŠCE
(VÝSLEDKY ANALÝZ)

L 1083

Objednavatel : ALTENBERG VINI a.s.
Janáčkova 888/4
693 01 Hustopeče
Objednávka č. : písemná
ze dne : 6.3.2014

Číslo protokolu : 2014/247

Celkem stran : 1
Strana č. : 1
Počet příloh : -

Místo provedení zkoušky : Chemická laboratoř - Salayová ; Velké Bílovice

---

Vzorky přijaty dne :6. 3.2014
Vzorky odebral : objednavatel
Analyzovaný materiál : půda - vinice

Počet vzorků :4
Vzorky odebrány dne : dtto

VÝSLEDKY ANALÝZY

lab. č.	Označení	pH	P mg/kg	Ca mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg	C_{ox} %	humus %
7785	**spodní řada, 0-30 cm**	**7,79**	**16,0**	**22 750**	**270**	**538**	**0,70**	**1,21**
7786	**spodní řada, 30-60 cm**	**7,87**	**10,2**	**17 940**	**145**	**610**	**0,48**	**0,83**
7787	**horní řada, 0-30 cm**	**7,81**	**10,5**	**23 200**	**235**	**678**	**0,75**	**1,29**
7788	**horní řada, 30-60 cm**	**8,04**	**2,6**	**23 400**	**152**	**972**	**0,39**	**0,67**

optima v půdě :	draslík	mg/kg	240 - 360
	fosfor	mg/kg	70 - 100
	hořčík	mg/kg	150 - 220
	humus	mg/kg	3,0 - 4,5
	pH		6,5 - 4,5
	vápník		není limitován

Datum provedení zkoušky : 6.3. - 12.3.2014
Metoda : dle jednotných pracovních postupů Státního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského.
Datum vystavení protokolu :13.3.2014

Výsledky zkoušek uvedené na listě č. 1 protokolu se týkají pouze zkoušky 4 vzorků výše uvedeného protokolu a nenahrazují jiné dokumenty, které jsou požadovány jinými orgány státního a odborného dozoru podle specifických předpisů.
Protokol může být reprodukován jedině celý, jinak s písemným souhlasem Chemické laboratoře - Salayová.

Ing. Salay Radim
vedoucí AZL

.....
schválil

Tel. 519/346785

Příloha C *Průměrná koncentrace minerálních látek naměřená ve víně*

Barva vína	**Vzorek**	**Koncentrace prvku ve víně (mg/l)**			
		K	**P**	**Mg**	**Ca**
Vína bílá	RR 14	851,5 ± 23,3	203,0 ± 2,0	149,8 ± 2,6	92,5 ± 7,1
	RŠ 14	995,5 ± 25,1	154,4 ± 3,1	111,5 ± 3,4	85,1 ± 6,0
	SG 14	721,5 ± 10,3	128,6 ± 2,1	101,6 ± 1,0	62,9 ± 2,2
	RR 15	682,2 ± 8,2	200,3 ± 5,5	181,7 ± 1,0	64,9 ± 1,8
	RŠ 15	670,2 ± 12,1	137,6 ± 0,6	146,1 ± 1,1	59,3 ± 1,1
	SG 15	618,8 ± 6,8	131,0 ± 1,5	142,3 ± 2,9	46,4 ± 1,7
	RR 16	558,2 ± 5,7	165,0 ± 3,2	119,9 ± 0,9	90,5 ± 0,6
	RŠ 16	871,4 ± 17,7	140,0 ± 3,5	97,1 ± 1,9	84,0 ± 2,2
	SG 16	747,2 ± 7,7	95,2 ± 4,9	101,3 ± 3,4	71,7 ± 2,9
Vína červená	FR 14	921,0 ± 14,6	176,4 ± 2,1	147,7 ± 4,7	80,7 ± 2,8
	RM 14	1993,2 ± 454,3	250,8 ± 7,8	174,1 ± 1,7	102,9 ± 2,5
	FR 15	1100,0 ± 21,4	171,5 ± 4,4	196,9 ± 2,7	80,0 ± 2,4
	RM 15	1527,0 ± 20,4	251,0 ± 3,8	221,0 ± 2,8	101,6 ± 2,8
Vína růžová	FR + RM 16	560,1 ± 8,4	157,6 ± 2,3	121,5 ± 1,6	92,7 ± 2,4

Poznámka: RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; SG – Sauvignon; FR – Frankovka; RM – Rulandské modré. Aritmetický průměr ± standardní odchylka (N=3). Čísla 14, 15, 16 vyjadřují rok sklizně 2014, 2015, 2016.