

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

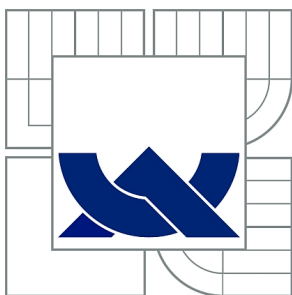
STANOVENÍ KOVŮ VE VINNÉ RÉVĚ PĚSTOVANÉ RŮZNÝMI  
ZPŮSOBY

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

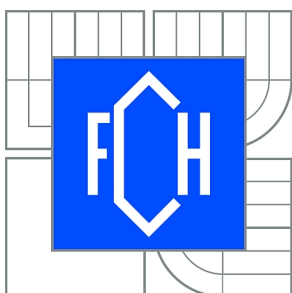
Bc. LENKA KUBICOVÁ

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## STANOVENÍ KOVŮ VE VINNÉ RÉVĚ PĚSTOVANÉ RŮZNÝMI ZPŮSOBY

DETERMINATION OF SELECTED METALS IN GRAPES CULTIVATED BY DIFFERENT  
TECHNIQUES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LENKA KUBICOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL DIVIŠ, Ph.D.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce: **FCH-DIP0568/2010** Akademický rok: **2010/2011**  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Student(ka): **Bc. Lenka Kubicová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin (N2901)  
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)  
Vedoucí práce **Ing. Pavel Diviš, Ph.D.**  
Konzultanti:

### Název diplomové práce:

Stanovení kovů ve vinné révě pěstované různými způsoby

### Zadání diplomové práce:

- 1) Zpracování literární rešerže k řešené problematice.
- 2) Analýza vzorků listů a bobulí vinné révy pěstované různým způsobem pomocí techniky ICP-MS.
- 3) Zpracování naměřených výsledků.
- 4) Diskuse naměřených výsledků a formulování závěru práce

### Termín odevzdání diplomové práce: 13.5.2011

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

-----  
Bc. Lenka Kubicová  
Student(ka)

-----  
Ing. Pavel Diviš, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 15.1.2011

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce bylo stanovit koncentrace vybraných kovů (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Se, Sn, Sr, Pb, V, Zn) v listech a hroznech révy vinné pocházejících z ekologického zemědělství a z integrované produkce a na základě naměřených výsledků posoudit vliv použité agrotechniky na kvalitu révy vinné a hroznů révy vinné. Obsah prvků byl stanoven hmotnostní spektrometrií s indukčně vázaným plazmatem (ICP/MS) po předchozí mineralizaci vzorků v mikrovlnné peci. Koncentrace sledovaných prvků v listech a hroznech pocházejících z ekologického a integrovaného zemědělství se výrazně nelišila, pouze v případě mědi byly naměřeny vyšší koncentrace u vzorků pocházejících z ekologického zemědělství. Tento rozdíl je patrně způsoben rozdílnými povolenými dávkami ochranných prostředků na bázi mědi v ekologickém a integrovaném zemědělství.

## **ABSTRACT**

The aim of this study is to determine the content of selected metals (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Se, Sn, Sr, Pb, V, Zn) in samples of leaves and grapes produced by ecologic agriculture and compare to results with leaves and grapes produced by integrated agriculture. The measured results used to assess the impact of agricultural technology on the quality of vines and grapes. The amount of elements was analysed using inductively coupled plasma mass spectrometry after previous digestion of samples using microwaves.

Concentrations of elements in leaves and grapes from organic and integrated farming did not differ significantly only in the case of copper concentrations were measured higher concentrations in samples from organic farming. This difference is probably caused by different doses of authorized protective equipment based on copper in the organic and integrated farming.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Réva vinná (*Vitis vinifera*), integrovaná produkce, ekologické zemědělství, hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

## **KEYWORDS**

Grapevine (*Vitis vinifera*), integrated production, ecologic agriculture, inductively coupled plasma mass spectrometry

KUBICOVÁ, L. *Stanovení kovů ve vinné révě pěstované různými způsoby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 68 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Diviš, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

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

.....  
podpis studenta

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>8</b>
2.1	MINERÁLNÍ LÁTKY .....	8
2.1.1	<i>Dělení minerálních látek podle množství</i> .....	8
2.1.2	<i>Dělení minerálních látek podle fyziologického významu</i> .....	8
2.1.3	<i>Stopové prvky (mikroelementy)</i> .....	9
2.2	RÉVA VINNÁ .....	15
2.2.1	<i>Složení hroznů</i> .....	16
2.2.2	<i>Podmínky prostředí ovlivňující růst révy</i> .....	17
2.3	ZRÁNÍ HROZNŮ .....	18
2.3.1	<i>Konzumní zralost</i> .....	19
2.3.2	<i>Technologická zralost</i> .....	19
2.4	HROZNOVÉ VÍNO A JEHO LÉČIVÉ ÚČINKY .....	19
2.5	SAUVIGNON BLANC .....	20
2.6	RULANDSKÉ MODRÉ .....	21
2.7	INTEGROVANÁ PRODUKCE (IP) .....	21
2.7.1	<i>Legislativa</i> .....	22
2.7.2	<i>Označování produktů integrovaného zemědělství</i> .....	22
2.8	EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ .....	22
2.8.1	<i>Legislativa</i> .....	22
2.8.2	<i>Označování produktů ekologického zemědělství</i> .....	23
2.9	POSTAVENÍ IP A EZ VE VZTAHU K ZEMĚDĚLSTVÍ A ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ .....	23
2.10	VÝZKUM V OBLASTI EZ A IP .....	25
2.11	METODY VHODNÉ KE STANOVENÍ PRVKŮ V ROSTLINNÝCH MATERIÁLECH .....	26
2.12	POUŽITÍ METOD PŘI ANALÝZE RÉVY VINNÉ .....	27
2.13	HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE S INDUKČNĚ VÁZANÝM PLAZMATEM .....	27
2.13.1	<i>Princip metody</i> .....	28
2.13.2	<i>Instrumentace ICP/MS</i> .....	28
2.13.3	<i>Aplikace ICP-MS</i> .....	34
2.14	MINERALIZACE .....	34
2.14.1	<i>Mineralizace na suché cestě</i> .....	35
2.14.2	<i>Mineralizace na mokré cestě</i> .....	35
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b> .....	<b>37</b>
3.1	VZORKY .....	37
3.2	PŘÍPRAVA VZORKŮ LISTŮ .....	37
3.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ BOBULÍ .....	38
3.4	POUŽITÉ POMŮCKY A PŘÍSTROJE .....	41
3.5	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE .....	43
3.6	PŘÍPRAVA KALIBRAČNÍCH ROZTOKŮ .....	43
3.7	STANOVENÍ PRVKŮ METODOU ICP/MS .....	44
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>44</b>

4.1	VÝSLEDKY ANALÝZY LISTŮ RÉVY VINNÉ A GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	45
4.1.1	<i>Mn, Cu, Sr v listech révy vinné.....</i>	45
4.1.2	<i>Ni, Zn, Ba v listech révy vinné.....</i>	48
4.1.3	<i>V, Cr, Co, Se a Mo v listech révy vinné.....</i>	50
4.1.4	<i>Cd, Pb, As a Sn v listech révy vinné.....</i>	52
4.2	VÝSLEDKY ANALÝZY BOBULÍ RÉVY VINNÉ A GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	54
4.2.1	<i>Mn, Cu, Zn, Sr v bobulích révy vinné.....</i>	54
4.3	NI, CR, BA, MO V BOBULÍCH RÉVY VINNÉ.....	57
4.4	V, CO, PB, CD, AS, SN V BOBULÍCH RÉVY VINNÉ.....	59
4.5	ANALYZOVANÉ PRVKY V BOBULÍCH RÉVY VINNÉ SUŠENÉ S PECKAMI .....	61
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>66</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>68</b>

# 1 ÚVOD

Problémy současného evropského zemědělství zahrnují náklady na státem financované programy podpory zemědělství, přebytek dodávek komodit, klesající příjmy zemědělců, škody na životním prostředí a ztrátu důvěry spotřebitelů v jakost a bezpečnost potravin. V reakci na obavy o trvale udržitelné využívání zdrojů byly sociálními vědci analyzovány zemědělské technologie a styly zemědělství a to především otázka agroenvironmentálních opatření na ochranu životního prostředí. V rámci tradiční zemědělské oblasti a řízení podniků je podstatně větší zájem o integrované systémy hospodaření (IP). IP může být pojata jako „třetí“ cesta pro zemědělství svým osobitým přístupem k zemědělské činnosti, která je ekonomicky realistická a prospěšná pro životní prostředí. Důraz v rámci IP je snížení vstupů k dosažení přínosů pro životní prostředí a úspory nákladů, ale ne úplné stažení chemických látek. Ekologické zemědělství se snaží aktivně se bránit proti proudu a vztahům souvisejících s konvenčním systémem zásobování potravinami. Zatímco IP nemají takový radikální program. Tyto nové iniciativy nepředstavují radikální decentralizace marketingových opatření spojených s organickou produkcí. Na rozdíl od organické produkce IP nepředstavuje zásadní výzvou pro konvenční potravinový systém, i když jsou pravděpodobné určité změny v provozování tohoto systému zemědělství. Přínosy pro životní prostředí, jako je snížení eroze půdy, odklon od pesticidů a vyplavování živin a zlepšení v oblasti volně žijících zvířat plynoucí z techniky obdělávání půdy.

Systém ekologického zemědělství je určen ke zvýšení biologické rozmanitosti a biologické aktivity půdy, k zachování dlouhodobé úrodnosti půdy, recyklaci rostlinných a živočišných odpadů, k minimalizaci nerecyklovatelných odpadů a znečištění z pěstitelských postupů, pro regulaci škůdců a chorob a zachování celistvosti a kvality výrobků při zpracování.

Ekologické zemědělství bylo reakcí na zvýšení industrializace zemědělství a jeho závislosti na vnějších vstupech, přičemž integrované zemědělství vzrostlo z potřeb obchodních řetězců na výrobě certifikovaných, kvalitních a bezpečných potravin. Proto tyto dva systémy zemědělství nejsou konkurenčními. Obě ekologické a integrované zemědělství pracuje lépe než konvenční zemědělství.



## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Minerální látky

Minerální látky definujeme jako prvky obsažené v popelu potraviny nebo jako prvky, které zůstávají ve vzorku potraviny po úplné oxidaci organického podílu. Minerály nemají energetickou hodnotu a jsou esenciální pro život. Můžeme je klasifikovat podle různých kritérií (množství, biologický význam, nutriční význam, účinky ve stravě, původ) [1].

#### 2.1.1 Dělení minerálních látek podle množství

Uvedené dělení prvků je variabilní, protože závisí na metabolismu daného prvku, genetických faktorech a podmínkách produkce potravinářských surovin. U rostlin se obsah minerálních látek odvíjí od jejich obsahu v půdě, vlastnostech půdy, způsobu a míře hnojení, klimatických podmínkách, stupni zralosti plodiny atd. [1].

##### *Majoritní minerální prvky (makroelementy)*

Zastoupeny v potravinách ve větším množství obvykle  $100-10000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Patří zde: Na, K, Mg, Ca, Cl, P a S. Uvedené rozdělení přibližně odpovídá zastoupení těchto prvků v lidském organismu [1].

##### *Minoritní minerální látky*

Zastoupeny v potravinách v množství  $10-100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Tvoří přechod mezi majoritními a stopovými prvky. Patří zde: Fe a Zn [1].

##### *Stopové prvky (mikroelementy)*

Zastoupeny v množství  $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  a méně. Patří zde: Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, F, Hg, I, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn. Podskupinu stopových prvků tvoří ultrastopové prvky, které se uvádějí v jednotkách  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  a méně [1].

#### 2.1.2 Dělení minerálních látek podle fyziologického významu

##### *Esenciální prvky (obligatorní)*

Zajišťují důležité biologické funkce (katalytická funkce, stavba biologických struktur, regulační funkce, ochranné funkce atd.). Organismus je musí přijímat v potravě. Patří zde všechny majoritní prvky a řada stopových prvků [1].

##### *Toxické prvky*

Jsou prvky, které ve své elementární formě nebo ve formě sloučenin vykazují toxické účinky. Jejich mechanismus účinku spočívá v inhibici metabolicky významných enzymů jako důsledek interakce toxického prvku s molekulou enzymu (Pb, Cd, Hg, As). Jejich výskyt souvisí se znečišťováním životního prostředí. Hlavní zdroje kontaminace toxickými prvky jsou spalování fosilních paliv, doprava, průmyslová výroba kovů a s tou související produkce odpadů, nadměrné používání minerálních hnojiv, agrochemikálií, aplikace čistírenských kalů do půdy. Obsah toxických prvků patří mezi hlavní ukazatele zdravotní nezávadnosti potravin [1,7].

V hroznech se pohybuje obsah olova v rozmezí 0,012-0,024 mg·kg<sup>-1</sup>, obsah kadmia v rozmezí 0,001-0,002 mg·kg<sup>-1</sup>, obsah arsenu v rozmezí 0,01-0,16 mg·kg<sup>-1</sup>. Mezní hodnoty toxických prvků, které jsou zjišťovány v rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy jsou uvedeny v tabulce 1.

*Tabulka 1 Mezní hodnoty toxických prvků jejichž obsah je zjišťován v rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy[45]*

<i>Toxický prvek</i>	<i>Mezní hodnota celkového obsahu toxického prvku v ovoci [mg·kg<sup>-1</sup>]</i>
Olovo (Pb)	0,4
Kadmium (Cd)	0,03
Arsen (As)	0,5

### ***Neesenciální prvky***

Jsou prvky fyziologicky indiferentní, jejichž biologická funkce není dosud známá. Nejsou výrazně toxické (Li, Rb, Cs, Au, Sn, Bi, Te, Br). Doprovázejí esenciální prvky a jejich výskyt je stopový [1].

#### **2.1.3 Stopové prvky (mikroelementy)**

Ve zkoumaných vzorcích bobulí a listů vinné révy byl stanoven obsah následujících stopových prvků: vanad, chrom, mangan, kobalt, nikl, měď, zinek, selen, stroncium, molybden, kadmium, cín, baryum, olovo, arzen [1].

Průměrné koncentrace minerálních živin v sušině rostlin potřebných pro jejich adekvátní růst jsou uvedeny v tabulce 2. Nejvyšší přípustná množství (NPM) kadmia, arsenu a zinku v potravinách jsou uvedeny v tabulce 3.

*Tabulka 2 Průměrné koncentrace minerálních živin v sušině rostlin potřebných pro jejich adekvátní růst[48]*

<i>Prvek</i>	<i>Koncentrace [mg·kg<sup>-1</sup>]</i>
Molybden (Mo)	0,1
Nikl (Ni)	~ 0,1
Měď (Cu)	6
Zinek (Zn)	20
Mangan (Mn)	50
Železo (Fe)	100
Bor (B)	20
Chlor (Cl)	100

*Tabulka 3 Nejvyšší přípustné množství (NPM) kadmia, arsenu a zinku v potravinách [44]*

<i>Prvek</i>	<i>Potravina</i>	<i>NPM [mg·kg<sup>-1</sup>]</i>
Kadmium	víno	0,05
Arsen	ovoce a ovocné šťávy	0,2
Zinek	ovocné šťávy	5,0

## **Vanad**

Účinek vanadu spočívá v ovlivňování aktivity důležitých enzymů, především inhibice (Na, K) – ATPasy, jiných ATPas, fosfatas a také fosfotransferas metavanadičnanovými ionty ( $VO_3^-$ ). Také stimuluje syntézu cyklického AMP aktivací adenylátcyklasy. Zasahuje do metabolismu sacharidů a lipidů. Vanad hraje roli i při syntéze krevního barviva hemoglobinu, které slouží pro přenos kyslíku krví z plic do tělesných tkání. To je také důvod, proč se dlouhodobý nedostatek vanadu může projevit chudokrevností. V gastrointestinálním traktu se vstřebává jen 0,1-1% vanadu obsaženého v potravě. Vanad resorbovaný ve formě ( $VO_3^-$ ) se v krvi redukuje glutationem na vanadylové ionty  $VO^{2+}$ , ty tvoří komplexy s ferritinem a transferinem. Pomocí transferinu je zajišťována distribuce vanadu do tkání [1, 3].

Nachází se v metaloproteinu (metaloporfyrinu) zvaném hemovanadin. Biologická významnost vanadu nebyla prozatím prokázána [1, 3].

Denní příjem vanadu potravou je 10 až 30  $\mu\text{g}$ . Denní potřeba pro člověka je 4 mg. Vyšší obsah vanadu se nachází v mořských koryšcích a měkkýších (ústřice). Nadbytek vanadu se vyskytuje hlavně u osob vystavených nadměrným dávkám při průmyslové výrobě (v metalurgii), případně požitím kontaminovaných důlních vod. Chronická otrava vanadem se projevuje zvracením, průjmem, bolestí břicha, poklesem krevního tlaku, zrychlením tepu srdce, sníženou hladinou krevního cukru, selháním jater a nadledvinek. Prahová koncentrace, při které je vanad toxický je cca 20 mg/den, což běžnou stravou není možné dosáhnout. Projevy nedostatku vanadu nebyly popsány [1, 2, 3, 4].

## **Chrom**

Chrom v oxidačním stupni III je významným esenciálním prvkem. Chrom v oxidačním stupni VI (chromany, dichromany) je toxický s alergenními, mutagenními a karcinogenní účinky. Chrom III se podílí na metabolismu sacharidů, tím že umožňuje insulinem stimulovanou utilizaci glukózy. Fyziologicky významná látka obsahující chrom je tzv. glukosotoleranční faktor. Vyšší dávky chromu působí preventivně proti diabetu. Sloučeniny chromu zasahují také do metabolismu lipidů a bílkovin. Zvýšení dietárních dávek chromu snižuje hladinu cholesterolu a triacylglycerolů v krevní plasmě a současně zvyšuje hladinu lipoproteinů o vysoké hustotě (HDL). Sloučeniny chromu se podílejí na udržování strukturní integrity nukleových kyselin. Molekuly RNA chrom chrání proti tepelné denaturaci. Chrom se akumuluje v jádrech buněk [1, 5].

Nedostatek se může projevit u starých lidí a podvyživených dětí, kteří přijímají málo minerálních látek v potravě. Ve většině případů nevyvolává nedostatek chromu výrazné projevy. Mohou se projevit příznaky připomínající cukrovku. Nadbytek chromu se projevuje záněty kůže a po inhalaci i poškozením nosní sliznice. Chronická expozice chromovým exhalátům zvyšuje riziko vzniku rakoviny plic. Chromany způsobují také poškození jater a ledvin a poruchy růstu. Jedním z důvodů zvýšené hladiny chromu v krvi může být znečištění životního prostředí [1, 5].

Bohatými zdroji chromu jsou maso, melasa, hnědý cukr, lesní plody, červená řepa, kvasnice, pivo, mléčné výrobky a hrubá obilná mouka.

Doporučená denní dávka nebyla stanovena, ale průměrný denní příjem se pohybuje u dospělého jedince mezi 80 až 180  $\mu\text{g}$  [1, 2, 3].

## **Selen**

Selen je významný antioxidant. Součástí enzymu glutathionperoxidasy, který zesiluje biologické účinky vitamínu E a katalyzuje redukci peroxidu vodíku a hydroperoxidů mastných kyselin. Zajišťuje tedy ochranu proti oxidačnímu poškození biologických struktur. Je nezbytný pro tvorbu aktivní formy hormonu štítné žlázy. Vstupuje do metabolismu jodu a hormonu štítné žlázy. Je nezbytný pro zdravou kůži a vlasy, pro zachování dobrého zraku [1, 2, 3].

Ve většině rostlin obsah selenu nepřekračuje 1 mg/kg. Selen se vyskytuje především v mořských rybách, koryšících, měkkýších, sladkovodních rybách a vnitřnostech [1, 2].

Chronická expozice člověka zvýšeným dávkám selenu se projevuje zánětem dýchacích cest, edémem plic, krvácivostí, kožními změnami a depresemi. Charakteristický je česnekový dech a kovová chuť v ústech. Jeho nadbytek je silně kancerogenní, způsobuje degeneraci jater, srdečního svalu, vypadávání vlasů, depigmentaci kůže a únavu. Deficit způsobuje Keshanskou chorobu, kardiomyopatii, cirhózu, anémii. Denní potřeba selenu se pohybuje v rozmezí 0,005 až 0,2 mg/d [1, 2].

## **Měď**

Měďnaté ionty jsou součástí řady enzymů (cytochrom-c-oxidasa, superoxidodismutasa, lisyloxidasa aj). Měď je důležitá pro metabolismus katecholaminů, pigmentaci kůže, integritu pojivové tkáně, efektivní využití železa a pro syntézu významných sloučenin např. ceruloplasmin, který fixuje železo v molekule transferinu [1, 2].

Molybden a zinek jsou antagonisty mědi. Denní potřeba mědi je 2-6 mg/d. Nedostatek mědi je vzácný a způsobuje Menkesovu chorobu vyznačující se „kinky-hair“. Dlouhodobá nízká hladina mědi se projevuje vyšší hladinou cholesterolu v krvi, změnami srdečního rytmu, poruchami krvetvorby a snížením glukózové tolerance. Při dávce vyšší než 70 µg/kg/den je měď toxická a vyvolává nauzeu, zvracení, bolesti břicha a svalů. Také může vyvolat Wilsonovu chorobu, která způsobuje mutaci genu pro ATP a vzniká komplex Cu-ATP [2, 32]. Vysoký obsah mědi je v ústřících, vnitřnostech, čokoládě, rybách, houbách, luštěninách a ořechách [1, 2].

Měď je také významným biopesticidem užívaným v ekologickém zemědělství. Je účinná na široký okruh plodin. Ve víněch je měď významným ukazatelem kvality vína. Zvýšené množství mědi ve víně je příčinou růžovění červeného vína a hnědnutí bílého vína [32].

## **Mangan**

Je významný antioxidant, kofaktor řady enzymů (pyruvatkarboxylasa, arginasa, katalasa, ...) a součástí metaloenzymů [3].

Ovlivňuje metabolismus všech látek, které se odbourávají na pyruvát a jsou dále degradovány v citrátovém cyklu (sacharidy, zčásti lipidy). Jako pasivní zásoba je přítomný v kostech. Má vliv na mineralizaci kostí, správnou funkci nervového systému, tvorbu hormonů štítné žlázy a pohlavních hormonů. Hraje významnou roli v tvorbě inzulínu a cholesterolu [1, 3].

Stabilní jsou pouze  $Mn^{2+}$  v neutrálním prostředí pH střev. Pasivní zásobu tvoří mangan přítomný v kostech [3].

Dlouhodobý deficit manganu se může projevit zpomaleným růstem, abnormálním vývojem a poškozením reprodukční funkce. Toxické účinky (anémie, zpomalení růstu) nastávají až při velmi vysokých dávkách. Přírodní zdroje manganu jsou obilniny, hrášek, olivy, špenát, ořechy a borůvky. Denní potřeba manganu se pohybuje v rozmezí 2-5 mg/d [1, 2].

### **Kobalt**

Kobalt je esenciálním prvkem pouze pro bakterie, řasy a přežvýkavce. Je součástí vitamínu B<sub>12</sub> (kobalamin), který je esenciální pro ostatní organismy. Kobamidy jsou kofaktory enzymů (methylmalonylkoenzym A - mutasa, glutamát - mutasa, methioninsynthetasa aj.) [1, 2].

Kobalt je důležitý pro množení buněk. Pro resorpci vitamínu B<sub>12</sub> je nezbytný tzv. gastrický faktor, glykoprotein, jenž umožňuje transport do buněk střevní sliznice. Při nedostatku železa se účinek resorpce zvyšuje [1, 2].

Deficit způsobuje anémii. Nedostatek z potravy se vyskytuje vzácně. Nadbytek navozuje erytropoézu a blokuje vychytávání jodu. Toxické účinky způsobují kardiomyopatii, srdeční selhání a polycytemii. Vyskytuje se hlavně v luštěninách, ledvinách, mořských rybách, drůbeži. Potřebné množství kobaltu je 0,0001 mg/d [1, 2, 3].

### **Nikl**

Tvoří základ metaloenzymů u rostlin. Podílí se na aktivaci některých živočišných enzymů obsahujících nikl např. kalcineurin. Vykazuje synergický účinek spolu s kobaltem a zinkem. Posiluje účinek insulinu. Usnadňuje resorpci železa konverzí Fe<sup>3+</sup> na Fe<sup>2+</sup>. Fyziologicky účinné jsou Ni<sup>2+</sup> [1, 2, 3].

Nedostatek niklu může vést k anémii. Toxické účinky vedou ke vzniku alergie kůže. Vysoce toxický a karcinogenní je těžký tetrakarbonyl niklu Ni(CO)<sub>4</sub> [2].

Zdrojem niklu jsou ústřice, luštěniny, ořechy, kakao a čajové lístky. DDD nebyla stanovena, doporučený příjem se pohybuje v rozmezí 0,150-0,750 mg/d v závislosti na stravovacích zvyklostech [1, 2].

### **Zinek**

Součástí více než 200 metaloenzymů (alkoholdehydrogenaza). Je nezbytný pro růst a reprodukci. Tvoří důležitou strukturální složku buněčných membrán. Stabilizuje DNA, RNA a ribozomy. Udržuje konstantní hladinu vitamínu A v plasmě. Prodlužuje hypoglykemický účinek insulinu [1, 2].

Jeho deficit vede ke zpomalení růstu, narušení imunitního systému, poruchám hojení ran, vypadávání vlasů, šerosleposti, poruchám gastrointestinálního traktu a centrálního nervového systému. Akutní otrava se projevuje průjmem, zvracením, svalovou slabostí [2].

Dlouhodobý příjem desetinasobku až třicetinasobku DDD (tj. 100 až 300 mg/den) vede ke změnám krevního obrazu typických pro deficit mědi, protože zinek je antagonistou mědi [1]. Zinek se vyskytuje v červeném mase (hovězí), mořských korýších, mléčných výrobcích, zelenině, ořechách a obilovinách [2].

### **Molybden**

Molybden je esenciálním prvkem pro mikroorganismy a rostliny. Je součástí enzymů u živočichů (aldehydoxidasa, sulfioxidasa, xanthinoxidasa aj.). Činností nitrogenasy a nitrátoreduktázy jsou rostliny a některé mikroorganismy schopny z anorganických sloučenin dusíku syntetizovat všechny aminokyseliny. Xanthinoxidasa je významná v katabolismu purinů. Když chybí xanthinoxidasa, dochází k poruše metabolismu tzv. xanthinurii [1]. Ovlivňuje metabolismus mědi, jeho nízký obsah vede k zadržování mědi v organismu. Podporuje ukládání fluoru do zubů a kostí. Denní potřeba molybdenu je 0,15 až 0,5 mg/d. Nedostatek může vést ke vzniku hypourikemie a hyperoxypurinemie, snížení vylučování

sulfátů. Nadbytek zvyšuje hladinu kyseliny močové a způsobuje dnové potíže. Vysokým obsahem molybdenu se vyznačují luštěniny, obiloviny a vnitřnosti [2].

### ***Baryum***

Baryum je nebezpečná a závadná látka, která patří do skupiny těžkých kovů. Některé sloučeniny barya jsou toxické pro vodní prostředí.

V přírodě se vyskytuje v kombinaci s jinými chemickými látkami (síra, uhlík, kyslík). Vyskytuje se ve formě nerostu barytu ( $\text{BaSO}_4$ ) a witeritu ( $\text{BaCO}_3$ ) [7].

Baryum se používá do slitin s niklem, které slouží k výrobě elektronik a rentgenových trubíc. Díky jeho slučivosti s plyny se používá k odstraňování zbytků kyslíku a dusíku z elektronik a výbojek. Uplatnění nachází v ropném a plynárenském průmyslu. Dusičnan barnatý ( $\text{BaNO}_3$ ) se používá do ohňostrojí, kde vytváří zelenou barvu [7].

Baryum se ve formě aerosolu vyskytuje ve vzduchu jako důsledek těžby, úpravy nebo výroby sloučenin barya, rovněž při hoření uhlí a minerálních olejů.  $\text{Ba}^{2+}$  kontaminuje vodní zdroje ve formě dobře rozpustného chloridu nebo dusičnanu. Baryum se dostává do půdy, kdy záleží na rozpustnosti a schopnosti adsorpce k půdním částicím dané barnaté sloučeniny a dalších vlivech (např. erozi). Baryum také tvoří nerozpustné sloučeniny (síran, uhličitany), které však nejsou mobilní a představují malé riziko. Baryum zůstává v půdě nebo ve vodním sedimentu, kde byly naměřeny jen nízké hodnoty. Vyšší hodnoty barya mohou být naměřeny v místech nebezpečného odpadu [8].

Většina zdravotních rizik je způsobena dýcháním vzduchu, který obsahuje sloučeniny barya (síran-, uhličitany barnatý), konzumací kontaminované vody, rostlin nebo vdechováním prachu z půdy. Příjem ve vodě rozpustného barya může způsobit potíže s dýcháním, zvýšený krevní tlak, změny srdečního rytmu, podráždění žaludku, svalovou slabost, změny nervových reflexů a v některých případech dokonce smrt. Vysoké množství barya se nachází v mořských řasách, rybách a některých rostlinách [7, 65].

### ***Stroncium***

Stroncium se běžně vyskytuje v přírodě, ve vyvřelých horninách. Jeho důležitý nerost je stroncianit ( $\text{SrCO}_3$ ), dalším je celestín ( $\text{SrSO}_4$ ). Také stroncium doprovází nerosty vápníku. Nachází se v minerálních pramenech a v mořské vodě. Také je přítomno v půdě a ve vzduchu jako prach [7].

Stroncium se samovolně zapaluje karmínověčerveným plamenem, jako dusičnan strontnatý ( $\text{SrNO}_3$ ) se používá do signálních raket. Jako sulfid strontnatý ( $\text{SrS}$ ) je součástí svítivých barev. Uhličitany strontnatý je vhodný na zcukřování melasy v cukrovarech [7].

Mnoho sloučenin stroncia je ve vodě dobře rozpustných. V ovzduší se jeho koncentrace zvyšuje v důsledku spalování uhlí a ropy. Vyšší koncentrace stroncia jsou zpravidla spojeny s lidskou činností, především ukládáním odpadů přímo ve vodě nebo usazováním prachových částic ze vzduchu [7].

### ***Olovo***

V přírodě se nachází v sulfitových a karbonátových rudách (galenit  $\text{PbS}$ , cerusit  $\text{PbCO}_3$ , anglesit  $\text{PbSO}_4$ ). Výskyt olova v atmosféře závisí na stupni znečištění. V přírodních vodách se nacházejí jen stopy olova. Podstatně vyšší koncentrace se nacházejí v sedimentech vodních toků a nádrží. Mobilita olova v půdě vzrůstá v kyselém a oxidačním prostředí [1].

Používá k výrobě trubek, plechů a akumulátorů. Anorganické sloučeniny jsou součástí nátěrových hmot a pigmentů nebo se používají k výrobě olovnatého skla. Olovo se vyskytuje v oxidačních stavech Pb(0), Pb(II), Pb(IV). Tetramethyl- a tetraethylolovo jsou nejvýznamnější organické sloučeniny olova. Olovo inhibuje syntézu porfyrinů [1, 7].

Tolerovaná denní dávka olova je 500 $\mu$ g (při tělesné hmotnosti 70 kg). Obsah olova v potravinách je proměnlivý. U potravin rostlinného původu se jeho obsah odvíjí od obsahu olova v půdě, obsahu organických látek aj. Poměrně vysoký obsah olova byl naměřen ve vínech. Z živočišných výrobků je vysoký obsah olova zejména ve vnitřnostech. Závisí na věku a výživě zvířat. Konzervované potraviny se také vyznačují vyšším obsahem olova. Příznaky toxicity jsou porfyrinurie (porucha tvorby hemu), anemie a neurotoxicita (porucha motoriky končetin) [1, 2].

### ***Kadmium***

Představuje významné znečištění životního prostředí. V přírodních vodách je jeho obsah vyšší v sedimentu. Vodní organismy (řasy, vodní rostliny, měkkýši a korýši) akumulují kadmium. Významným antropogenním zdrojem kadmia jsou fosforečné hnojiva a aplikace čistírenských kalů. Doprovází zinek v jeho rudách, při jejichž zpracování přechází do odpadních vod a do atmosféry. Používá se k antikorozi ochraně pokováním. Sulfid kademnatý se používá jako pigment a kademnaté soli jako mastných kyselin jako stabilizátory při výrobě PVC [1, 7].

Tolerovaná denní dávka kadmia je 67 až 83  $\mu$ g (při tělesné hmotnosti 70 kg). Relativní mobilita stejně jak u olova vzrůstá v kyselém a oxidačním prostředí. Z potravin živočišného původu mají nejvyšší obsah kadmia vnitřnosti hlavně ledviny. Špenát, hlávkový salát a některé olejninu akumulují olovo a kadmium. Chronická otrava kadmiem je charakteristická poškozením plic. Kadmium vykazuje teratogenní, karcinogenní účinek a má vliv na krevní tlak. Při akutní otravě může vyvolat selhání ledvin [1, 2].

### ***Cín***

Cín patří mezi neesenciální prvky. V přírodě se vyskytuje jako minerál kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ) a jako příměs v sulfidech. Je významnou složkou slitin (bronz). Slouží k výrobě plechovek používaných v potravinářství. Dibutylcín-dilaurát a analogické oktylcín-icité sloučeniny se používají jako stabilizátory plastů (PVC). Tributylcín-icité sloučeniny se používají pro konzervaci dřeva a jako složky nátěrových hmot pro lodi, která jsou dlouhodobě vytavená účinkům mořské vody. Trifenylcín-acetát a trifenylcín-hydroxid se používají v zemědělství jako fungicidy. Cín může být akumulován vodními organismy. Anorganické sloučeniny cínu mohou být vodnímu organismy methylovány. Vyšší obsah cínu mají konzervované potraviny balené v plechovkách. Toxické účinky cínu se projevují až po dlouhodobé konzumaci potravin s vysokým obsahem cínu ( $1400 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Vysoce toxické jsou organokovové sloučeniny cínu. Denní dietární dávka cínu se odhaduje na 3 mg. [1].

### ***Arsen***

V přírodě se vyskytuje ve formě sulfidů (arzenopyrit  $\text{FeAsS}$ , auripigment  $\text{As}_2\text{S}_3$ ). V malých množstvích je součástí téměř všech sulfidických rud. Antropogenní znečišťování souvisí se spalováním fosilních paliv a s hutní výrobou. Jeho základní biochemický účinek spočívá v ovlivňování  $-\text{SH}$  skupin. Ochranný účinek thiolátů (glutathion, cystein) spočívá ve vazbě s  $-\text{SH}$  skupinami bílkovin. Arsen se může akumulovat ve vlasech a nehtech [7].

Ve vyšším množství se může arsen a jeho sloučeniny nacházet v ovsu, rýži a některých vínech[1].

Akutní otrava vyvolává bolest břicha, zvracení a průjem. Tolerovaná dávka arsenu je do 70 µg/den. Chronická otrava se projevuje ztrátou na váze, slintavostí, kožními příznaky, obrnou, ospalostí a zmateností. Zdrojem arsenu mohou být mořské ryby, koryši, měkkýši [2].

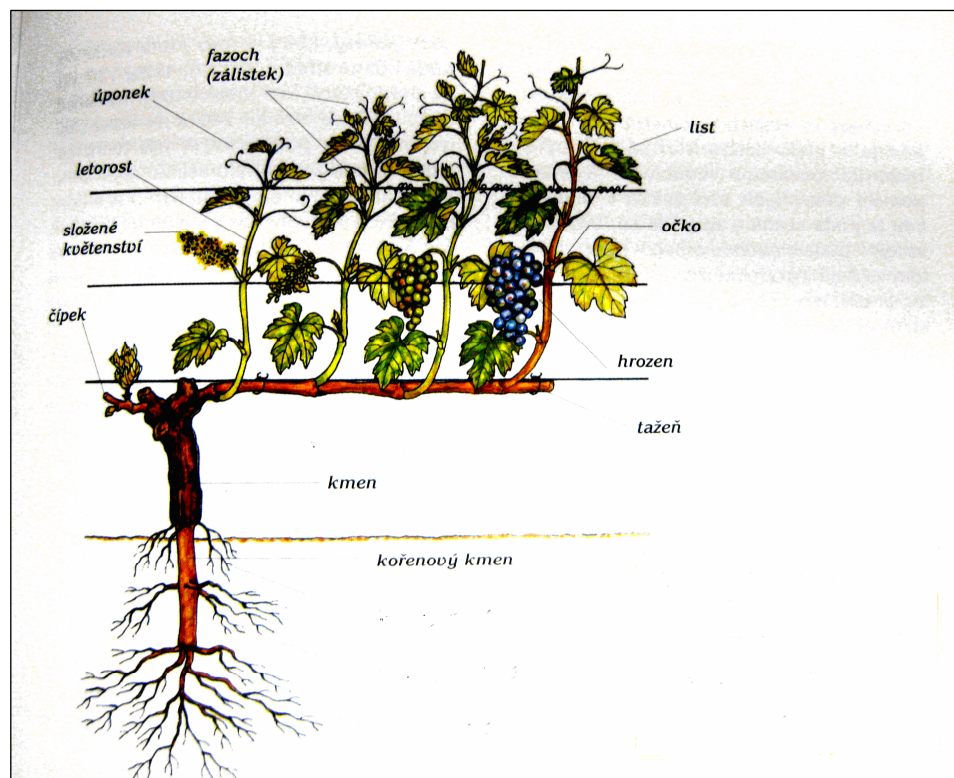
## 2.2 Réva vinná

Réva vinná (obrázek 1) je vytrvalá, dřevitá rostlina. Je tvořena nadzemní (dřevité partie, zelené letorosty) a podzemní částí (kořenový kmen). Dřevité části (starší dvou let) mají tmavou barvu a odlupují se z nich povrchové části (borky). Jsou nazývány stařinou. Zelené letorosty vyrůstají z jednoletého vyzrálého dřeva (réví), které bylo na keři ponecháno po zimním řezu. Délka části réví ponechaných na keřích je označována podle počtu pupenů (oček). Čípky a tažně vyrůstají obvykle z dvouletého dřeva. Réva vinná nemá oddělené pupeny listové od květních. Letorost vyrůstá z hlavního oka. Na letorostech se vyvíjejí listy a úponky [19].

Réva vinná je samoprašná rostlina. Hmyz a vítr roznáší jen menší množství jejího pylu.

Kořenový kmen vznikl jako řízek odolné podnožové révy a na něm je naštěpována ušlechtilá odrůda. Kořenový kmen je tvořen kořeny středovými, kořeny patními, které jsou na spodním konci a bývají mohutnější. Ze spodní části kmene mohou vyrůstat povrchové kořeny rosné, ty musí odstraňovat, aby se keř nestal náchylným k napadení révokazem. Prostřednictvím kořenového vlášení, které narůstá na jemných kořenech, je odebírána voda a živiny [19].

Všechny révy vinné se řadí do čeledi *Vitaceae*. Pro výrobu vína je významný jen rod *Vitis* s podrodem *Vinifera* (réva evropská, též réva ušlechtilá) [19].

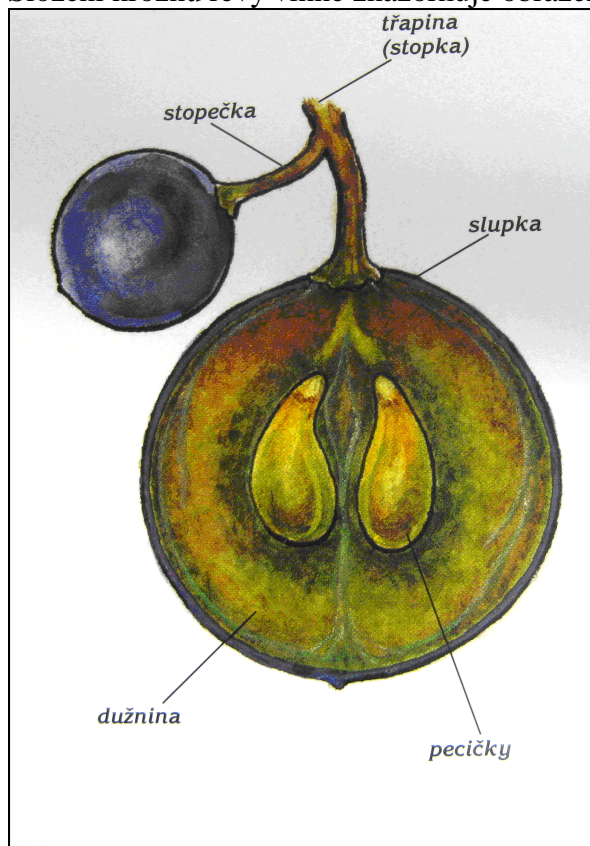


Obrázek 1 Réva vinná [19]



## 2.2.1 Složení hroznů

Složení hroznů révy vinné znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2 Složení hroznů [19]

### **Třapiny**

Tvoří hlavní osu kostry se stopkou. Podle stupně zralosti obsahují třapiny vodu, tanin, dřevité látky, třísloviny, minerální látky a organické kyseliny. Třapina se na celkovém objemu hroznu podílí z 2–5 %. Třapiny nevyzrálých hroznů působí nepříznivě na výrobu vína, protože se z nich při nakvácení snadno vyluhují chuťově nepříjemné látky. Před lisováním se třapiny odstraňují [27].

### **Bobule**

Bobule se skládá ze slupky, dužniny a semen (peciček). V bobuli bývají 1–4 semena. Na celkovém objemu hroznu se podílí z 95–98 % [27].

### **Slupka**

Slupka bývá různě zbarvená a na jejím povrchu je voskový povlak, který zmenšuje odpařování vody, chrání bobule před deštěm, postřikovými látkami, hmyzem a mikroorganismy. Slupky mohou být tenkostěnné nebo tlustostěnné podle odrůdy.

Obsah tříslovin ve slupkách se pohybuje od 0,4 do 2,5 %. Modré odrůdy mají ve slupkách více tříslovin než bílé. Celkem slupky obsahují 70 – 80 % vody, 1 – 2 % taninu, 1 -1,5 % organických kyselin, 1,5 – 2 % minerálních látek a 1,5 – 2 % dusíkatých látek. Mají velký vliv na barvu, vůni, chuť a celkový odrůdový charakter vína. Slupky bílých odrůd obsahují flavonová barviva a chlorofyl. V červených a modrých odrůdách jsou pak anthokyany

a poměr jednotlivých anthokyaninů závisí na odrůdě. Protože jsou barviva pouze ve slupce, můžeme z modrých odrůd vyrobit bílá nebo podle technologie růžová vína. Anthokyaniny se uvolňují z buněk slupky, až po jejím umrtvení alkoholem, teplem nebo atmosférou CO<sub>2</sub> [27].

### *Dužnina*

Dužnina je nejdůležitější částí bobule. Tvoří průměrně 85-90% hmotnosti bobule. Svazky cévní tvoří 5 až 8%, zbytek je mošt. Většinou je bezbarvá, někdy načervenalá a některé odrůdy obsahují také červené barvivo. Nejcennějšími látkami jsou cukry a organické kyseliny. Cukry jsou jednoduché zkvasitelné a to hroznový (glukosa) a ovocný (fruktosa) cukr. Z kyselin jsou zastoupeny vinná a mléčná. Dále jsou zastoupeny draselné a vápenaté soli, dusíkaté látky, pektiny, enzymy, minerální látky a vitaminy. Barviva a třísloviny jsou zastoupeny nepatrně a jejich množství závisí na odrůdě [27].

### *Semena*

Semena tvoří 3-4% z celkové hmotnosti bobulí. Obsahují oleje (10-20 %) a třísloviny (3 až 6 %). Je důležité, aby při lisování nebyly rozdrčeny, neboť olejovité látky mohou poškodit kvalitu vína. Pokud bobule semena neobsahuje, bývá malá, tzv. hráškovitá (mirandage). Pouze některé stolní odrůdy jsou vyšlechtěny na produkci bezsemenných plodů. Po vylisování zůstávají v lisu jako odpad–matoliny, které se mohou dále využít [27].

### *Stopové prvky v životním cyklu révy vinné*

Réva vinná obsahuje velmi malé množství stopových prvků a vzácných prvků, které představují důležitou roli v regulaci růstu a vývoje rostliny. Elementy jako bor (B), měď (Cu), železo (Fe), mangan (Mn), molybden (Mo), nikl (Ni) a zinek (Zn) se uplatňují v řadě metabolických dějů a buněčných funkcí, včetně aktivací enzymů a stabilizaci proteinů, a proto jsou považovány za esenciální. Také ovlivňují úrodu a kvalitu plodů [31].

Nedostatek železa může vést ke vzniku chlorózy listů, která vede ke snížení fotosyntézy. Aplikací zinku a boru do půdy, která má jejich značný nedostatek se může významně zvýšit výnos ovoce, úroveň proteinu a 17 druhů aminokyselin. Zinek zlepšuje uchování živin ve větvích révy vinné. Bór ovlivňuje počet a velikost bobulí [31].

Hrozny v různých vývojových stádiích získávají živiny různým způsobem. Během růstu a dozrávání hroznů koncentrace cukrů rapidně vzrůstá, obsah kyselin ostře klesá a dochází k hromadění sekundárních produktů (aromatické sloučeniny, polyfenoly). Tyto sloučeniny, které vytvářejí vůni, se nahromadí v rozmanitých tkáních bobulí révy vinné [31].

Distribuce vzácných elementů (Y, La, Ce, Nd atd.) v bobulích révy vinné jsou odlišné od distribuce stopových prvků (Cu, Cr, Mo, Cd atd.). Koncentrace většiny stopových prvků (Mn, Fe, Cu, Zn, Sr, Ba, Mo, Pd, Cd, Ga) byly naměřeny nejvyšší v semenech, poté ve slupce a nejméně byly zastoupeny v dřeni. Obsah stopových prvků se liší u bílých a červených odrůd révy vinné. Distribuce stopových prvků ve všech třech částech bobulí (dřev, pecka, slupka) ukazují jen menší rozdíly mezi odrůdami [31].

### **2.2.2 Podmínky prostředí ovlivňující růst révy**

Na růst a životní děje révy vinné a hlavně na jakost plodů působí výrazně mikroklimatické podmínky. Projevují se jako souhrnné působení ekologických faktorů [27].

## **Teplota**

Teplota je nejdůležitějším faktorem, protože réva vinná je teplomilná rostlina. Podle průměrných denních teplot vyšších než 10 °C se určuje délka vegetačního období pro révu. Průměrná denní teplota 10 °C je aktivní teplota, při níž se začínají rozvíjet životní děje v nadzemní části rostliny. Suma aktivních teplot za vegetační období musí dosáhnout nejméně 2200 °C. Délka vegetačního období se počítá od ustálení této průměrné denní teploty až ke dni, kdy teploty poklesnou pod tuto hodnotu. Pohybuje se u velmi raných odrůd od 105 do 115 dnů, pro rané odrůdy 115 až 125 dnů, středně rané 130 až 145 dnů a pro velmi pozdní 160 až 180 dnů. Jestliže sumu aktivních teplot za dané období vyjádřenou ve stupních Celsia dělíme číslem 100, zjistíme cukernatost moštu v klosterneuburských stupních [27].

## **Světlo**

Důležité je, aby byla co největší část listové plochy keřů osvětlena přímým dopadem slunečních paprsků. Příznivě působí blízkost vodní plochy, která odráží sluneční paprsky a udržuje vyšší noční teploty uvolňováním tepla kumulovaného během dne. Podobně působí i kamenitý povrch. Sluneční svit má být za vegetační období nejméně 1300 hodin. Intenzita světla zjištěná v joulech na 1 m<sup>2</sup> v měsíci květnu, červnu a červenci je v přímé závislosti k počtu květenství pro úrodu příštího roku [27].

## **Srážky**

Réva vinná má zvýšenou spotřebu vody během tří období. První je před rašením oček, kdy je voda kritickým faktorem pro počet vyrašených oček na keři. Při nedostatku jich raší málo, popřípadě praskají kmeny révy a při nadbytku raší i spící oka na stařině. Druhé období je po odkvětu, v době nasazování bobulí, kdy obsah vody v půdě ovlivňuje počet bobulí a tedy hustotu hroznů. Voda je důležitá ve vývojové fázi bobulí, kdy ovlivňuje dělení buněk v bobulích a přispívá k jejich zvětšení. Třetí období je těsně před zaměkáním bobulí, kdy dochází k dokonalému nalití bobulí. Časté rosy v letním období jsou nebezpečné pro zvýšený výskyt peronospor (*Plasmopara viticola*). Pravidelné ranní mlhy v podzimním období jsou příznivé pro tvorbu aromatických látek ve zrajících hroznech a pro odbourávání kyselin [27].

## **Nadmořská výška a viniční půdy**

Se stoupající nadmořskou výškou klesá cukernatost hroznů a zvyšuje se obsah kyselin. Vhodná je co nejnižší nadmořská výška, ale nesmějí to být mrazové kotliny. Réva dobře prospívá v půdách s dostatečnou schopností poutat vodu a živiny. Z půdních typů se pro vypěstování kvalitních hroznů hodí kamenité nebo štěrkovité půdy, které jsou dobře provzdušněné, rychle se zahřívají a kumulují teplo. Vína jsou z nich kvalitní, neboť réva zde poskytuje menší sklizně než na půdách hlinitých. Réva v hlinitých půdách bohatě rodí, neboť má dostatek živin, ale obsah cukru v hroznech i buketních látek ve víně je nižší. Vhodné jsou i půdy hlinito-písčité, které tvoří přechod mezi výše uvedenými typy půd. Táž odrůda poskytuje větší variabilitu v chuťových odstínech vína v závislosti na druhu půdy než na klimatických podmínkách [27].

## **2.3 Zrání hroznů**

Růst plodu začíná kvetením a oplodněním a končí vytvořením bobule. Velmi důležitý je přívod živin z listů. Růstem vnitřních buněk vzniká dužina. Bobule jsou v této fázi tvrdé,

kyselý, s nepatrným obsahem cukru. Jejich šťáva se neliší od složení zelených částí révy. Měknutím bobulí nastává etapa zrání, kdy se zvyšuje obsah cukrů a snižuje obsah kyselin. Zvyšuje se váha, ale jejich velikost se už skoro nemění. Stávají se průsvitné u bílých odrůd a barevných odrůd se zvyšuje obsah barviva. Sacharidy se tvoří z oxidu uhličitého a vody v procesu fotosyntézy. Zvyšuje se obsah minerálních látek a převládá zastoupení draslíku. Dřevnatěním stopek se zastaví přívod živin do bobulí. Zralost hroznů se posuzuje podle toho k jakému účelu slouží. Rozlišujeme zralost konzumní a technologickou [27].

### **2.3.1 Konzumní zralost**

Je stupeň zralosti hroznů jako stolního ovoce, odpovídající jejich vhodnosti k jídlu. Hrozny mají harmonický poměr cukrů a kyselin. Stolní hrozny nedosahují vysoké cukernatosti, a proto nejsou vhodné ke zpracování na víno [27].

### **2.3.2 Technologická zralost**

Dává předpoklady k získání dobré jakosti vína. Vnější znakem je dřevnatění stopky hroznů (viz obrázek 1) a zasychání stopek bobulí. Technologickou zralost je však nutné posuzovat podle jednotlivých odrůd. Kvalitní odrůdy se ponechávají na keřích co nejdéle, aby měly co nejvyšší obsah cukrů. Avšak vyčkáme-li se sklizní a nastane nepříznivé počasí, vznikají ztráty cukrů prodýcháním. Naproti tomu za suchého počasí se vypařuje voda, a tím se koncentruje šťáva v bobulích, ale zmenšuje se váha sklizně. Na zralost hroznů má za sucha příznivý vliv plíseň *Botrytis cinerea*, ale za vlhka působí nepříznivou hnilobu. Rovněž namrznutí zralých hroznů působí příznivě na jakost vína. Oproti tomu víno z nezralých hroznů má nepřijemnou příchut' po mrazu [27].

## **2.4 Hroznové víno a jeho léčivé účinky**

Vinná réva má řadu pozitivních účinků:

- Podporuje snížení nadváhy.
- Odvádí z těla toxiny.
- Čistí ledviny, močový měchýř a močové cesty.
- Pomáhá při únavě nervozitě a depresích.

Semínka révy vinné obsahují vysoké množství flavonoidů, které se vyznačují antioxidačními vlastnostmi. Flavonoidy hrají významnou roli v prevenci rakoviny a srdečních onemocnění. Pravidelná konzumace hroznových jader může snižovat riziko vzniku srdečních a mozkových příhod. Výtažek z jader účinně pomáhá při křečových žilách a brnění končetin. Byl prokázán příznivý účinek na krevní oběh v očích. Dalším příznivým účinkem je snížení alergických projevů. Výtažek z vinných hroznů pomáhá uchovávat a zesilovat kolagen v kůži. Olej z hroznových jader je kvalitním kosmetickým preparátem vhodným pro běžné ošetření pokožky [66].

## 2.5 Sauvignon blanc



*Obrázek 3 Sauvignon blanc[35]*

Sauvignon Blanc (obrázek 3) pochází z oblasti Bordeaux ve Francii. Název odrůdy pochází z francouzského slova *sauvage* ("divoké") a *blanc* ("bílý").

Odrůda má bujný růst, hustě olistěné letorosty s četnými zálistky a menší, světle zelený, na okrajích zvlněný list. Hrozny jsou malé, válcovité, hustě osazené menšími, zelenožlutými bobulemi s tlustší slupkou a výrazně aromatickou dužninou. Zrání hroznů je středně pozdní až pozdní. Mrazuodolnost i odolnost vůči houbovým chorobám jsou nižší, plíseň šedá často napadá bobule i třapinu. Sauvignon Blanc je poměrně přizpůsobivá bílá odrůda. Víno získané z hroznů v plné zralosti se vyznačuje vůní bylin. Hrozny sbírány časně se vyznačují travnatou chutí [36].

Sauvignon vyžaduje velmi dobré svahové polohy s chudšími, nejlépe šterkovitými půdami. Na úrodných půdách roste příliš bujně. Vyšší půdní a vzdušná vlhkost ovlivňuje příznivě vznik aromatických látek [36].

V závislosti na ročníku, na stanovišti, na době sběru a na technologii tvorby vína se vyrábějí různé typy vína. V méně příznivých ročnících, v severnějších oblastech a při vyšší vlhkosti vznikají travnaté, kopřivové, paprikové tóny ve vůni i chuti. Při vyšším slunečním svitu a lepší vyzrállosti hroznů vznikají ovocné tóny (černorybízové, angreštové, kiwi), u měkčích a kulatějších vín jsou to tóny broskve, nektarinky a melounu [36].

V mnoha světových vinařských oblastech se z hroznů vyrábí kyselá, suchá odrůdová bílá vína, ale i bohatá dezertní vína. Sauvignon Blanc potřebuje chladnější podnebí. Dvě hlavní oblasti jeho pěstování jsou Loira, hlavně Sancerre a Marlborough na Novém Zélandu. V České republice tvoří Sauvignon blanc 5 % celkové plochy vinic [36].

## 2.6 Rulandské modré



*Obrázek 4 Rulandské modré*

Odrůda pochází z francouzského Burgundska. Rulandské modré (obrázek 4) je kříženec odrůd Mlynářka a Tramín, nebo vznikla pupencovou mutací v rámci odrůd Pinot [39].

Rulandské modré má středně velké, tmavě zelené, třílaločné listy. Vyznačuje se středně hustým olistěním. Hrozny jsou malé, válcovité a husté. Bobule jsou malé, kulaté, modročerné, s tenkou slupkou, která snadno podléhá hnilobě. Odrůda je náchylná k napadení plísní révovou a padlím révovým. Dužnina je bezbarvá, řídká s kořenitou chutí. Réví vyzrává dobře a mrazuvzdornost je střední. Odolnost proti houbovým chorobám je dobrá. Ve vlhkých půdách trpí chlorózou. Odrůda je náročná na polohu. Půdy vyžaduje teplé, záhřevné štěrkovité a kypré hlinitopísčité. Plná vína tmavších barev poskytuje na hlinitopísčitých půdách. Na štěrkovité půdě poskytuje vína světlejší, ale s velmi jemnými vůněmi. Vína odrůdy rulandské modré mají mnoho variant podle světových oblastí. Odrůda slouží k výrobě šampaňských vín [37, 39].

Vůně mladých vín připomíná ostružiny, jahody, z dobře vyzrálých hroznů černé třešně [37].

V současné době tvoří základ velké vinařské oblasti Francie Champagne. V České republice tvoří Rulandské modré 4 % celkové plochy vinic (Mělnicko, Bzenec, Mutěnice) [37, 39].

## 2.7 Integrovaná produkce (IP)

IP představuje způsob zemědělského hospodaření, jehož základním cílem je zajištění trvale udržitelného rozvoje ve smyslu § 6 zákona č.17/1992 Sb. o životním prostředí. Umožňuje zachovávat přirozené funkce agroekosystému, které jsou zemědělskou produkcí přímo nebo nepřímo ovlivňovány [22].

IP představuje hospodaření při němž lze používat obchodních minerálních hnojiv. Jejich dávky se určují podle agrochemického rozboru půdy i listů révy vinné. Chemické přípravky jsou používány tak, aby nevznikala rezistence a nedocházelo k poškození predátorů nasazovaných při biologické ochraně [21].

### 2.7.1 Legislativa

Vinohradnická technologie se řídí směrnicemi IP, které určují žádoucí technologické postupy. Směrnice stanovuje nepřipustné technologie. Každé dva roky se inovují, zahrnují více než 70 technologických kritérií [21].

### 2.7.2 Označování produktů integrovaného zemědělství

Při dodržování pravidel IP finální produkt (stolní hrozen, víno) může být deklarován jako produkt z IP a označen ochrannou známkou (obrázek 5) [22].



Obrázek 5 Ochranná známka IP [22]

## 2.8 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství (EZ) je hospodaření s kladným vztahem ke zvířatům, půdě, rostlinám a přírodě bez používání umělých hnojiv, chemických přípravků, postřiků, hormonů a umělých látek [22].

### 2.8.1 Legislativa

V současné době jsou platnými pravidly pro EZ zákon č. 242/2000 Sb., který odpovídá mezinárodnímu standardu IFOAM (International federation of organic agriculture movements), vyhláška Ministerstva zemědělství (MZe) č. 16/2006 Sb., jakož i Nařízení Rady (ES) č. 834/2007 a jeho prováděcí předpis nařízení Komise (ES) č. 889/2008 [22].

Kontrolou dodržování právních norem a certifikací, jakož i vstupní kontrolou, která prověřuje připravenost podniku na ekologický způsob hospodaření jsou v současné době MZe České

republiky pověřeny tři organizace: KEZ, o.p.s. se sídlem v Chrudimi, ABCERT GmbH a Biokont CZ, s.r.o., obě se sídlem v Brně [22, 25].

### 2.8.2 Označování produktů ekologického zemědělství

V České republice platí zákonné ustanovení o povinném označování certifikovaných produktů EZ značkou BIO (zelená zebra) (obrázek 6) a kódem příslušné kontrolní organizace [22, 24].



Obrázek 6 Zelená zebra [20]

V Evropské unii je možno používat celoevropskou značku pro biopotraviny (viz obrázek 7)



Obrázek 7 Evropská značka [20]

## 2.9 Postavení IP a EZ ve vztahu k zemědělství a životnímu prostředí

Společným cílem EZ a IP je udržitelný způsob produkce, přesto není vhodné je spojovat s ohledem na jejich původ, ideologie, které podporují jejich zemědělské postupy a vztah s konvenčním systémem zásobování potravinami.



Ekologické zemědělství je radikální sociální hnutí, jehož kořeny leží v menšině ekologických praktiků. Hnutí je založeno na záměrné kritice konvenční metody produkce, zejména používání chemických vstupů. Navíc ideologie podporující ekologické zemědělství se výhradně netýkají výrobní metody. Hnutí ekologického zemědělství rovněž zpochybňuje konvenční zpracování potravin a uvádění na trh, tím se vytvořila vzdálenost mezi výrobcí a spotřebiteli. V součtu je na odvětví biopotravin pohlíženo jako na neslučitelnou alternativu ke stávajícímu potravinovému systému než jako na jeho nedílnou součást.

IP nelze vidět jako radikální, i když jde navzdory skutečnosti a projevuje se jako reakce na problémy konvenčního zemědělství. Na rozdíl od ekologického zemědělství, původ IP neleží na základní úrovni. IP je přístup k trvale udržitelnému využívání zdrojů, který se vyvinul v rámci tradičního systému zásobování potravinami a zejména v novou zemědělskou vědu. IP nezachází ve výrobních postupech tak daleko jako ekologické zemědělství. Důraz v rámci IP je snížení vstupů k dosažení přínosů pro životní prostředí a úspory nákladů, ale ne úplné stažení chemických látek [30].

Hlavní rozdíly mezi konvenčním, ekologickým a integrovaným způsobem zemědělství jsou shrnuty v tabulce 4.

*Tabulka 4 Rozdíly mezi konvenčním, integrovaným a ekologickým zemědělstvím[30]*

	<i>Organické zemědělství</i>	<i>Integrovaná produkce</i>	<i>Konvenční zemědělství</i>
<i>Produkční techniky</i>	Zákaz používání anorganických látek. Klade důraz na udržitelné využívání zdrojů a hospodářských zvířat.	Technologicky náročnější soubor výrobních technik, které zdůrazňují životní prostředí, příjmy ze zemědělství a kvalitu potravin.	Důraz na použití technologie k tomu, aby se zvýšil výnos, produktivita a zisk. Zemědělská schémata zahrnují použití tradičních hospodářských praktik k tomu, aby uchovaly přirozené prostředí a krajiny.
<i>Požadavky</i>	Radikální rozchod s tradiční sítí znalostí. Vyžaduje vývoj nového výzkumu, vývoje a poradenského systému.	Požaduje nový vývoj v rámci stávajícího poradenského systému. Souhrn místních a zahraničních poznatků.	Standardizované vědomostní databáze.
<i>Tržní struktury</i>	Specializovaní trhů. Osvědčení vnitrostátních orgánů. Odmítnutí konvenčních marketingových struktur.	Především hromadné struktury trhu s potravinami (např. systémy zajišťování jakosti založené na IP), potenciál k příležitosti zaplnit mezeru marketingu (např. regionální označování).	Masa trhů s konvenčními potravinářskými výrobky. Nejsou marketingovým nástrojem.

<i>Rozdíly mezi konvenčním, integrovaným a ekologickým zemědělstvím (pokračování)</i>			
<i>Koncepční otázky Myšlenky podporovány praxí</i>	Záměrná a radikální kritika konvenčních metod výroby potravin, uvádění na trh a spotřeby. Klíčem pro produkci potravin je trvalé udržitelné využívání zdrojů.	Je kladen větší ohled na životní prostředí při výrobě potravin. Relativně větší využívání udržitelných zdrojů pro výrobu potravin než v konvenčním zemědělství.	Produkce skrz zesílení, specializaci a koncentraci. Zdůrazňuje produkci environmentálního zboží spíše než udržitelnou výrobu potravin.
<i>Postavení v potravinovém řetězci</i>	Přiblížení spotřebitele k výrobcům. Potenciál pro výrobce, aby vyvíjeli větší kontrolu v rámci potravinového řetězce prostřednictvím alternativních metod marketingu.	IP je z části odpovědí na obavy spotřebitelů ohledně výrobních metod. Potenciál pro spotřebitele, aby spotřebitele přiblížil k výrobcům prostřednictvím systémů označování založeného na IP.	Spotřebitelé jsou vzdálení producentům. Agri-environmentální schémata nevytvářejí vztah mezi producenty a spotřebiteli.

## 2.10 Výzkum v oblasti EZ a IP

Shrnutím výsledků Velké Británie a dalších evropských výzkumných projektů v oblasti IP, se uvádí, že IP omezuje vstupní užití, udržuje zisky a dosahuje přínosy k životnímu prostředí.

Toto bylo potvrzeno v definitivní zprávě ICM (integrované pěstování plodin), která sdružuje data ze sedmi organizací zapojených do pokusů ICM [30].

Zásadní zjištění jsou následující (porovnání integrovaných s konvenčními systémy):

- Snížení výnosů o 8% u ozimé pšenice a ječmene, ale zvýšení výnosů ve výši 3% u řepky ozimé.
- Snížení výnosů bylo kompenzováno škrtky ve vstupním užití, které byly v průměru o 52% fungicidů, herbicidů na 48%, 40% pro insekticidy a 17% pro hnojiva.
- Další snížení rostoucích nákladů je dosaženo, např. z kultur, výjimkou jsou náklady na osivo, které vyžadují zvýšené sazby v boji proti škůdcům.
- Pšenice čistá o polovinu nižší marže než pro pšenici čistou z konvenčního zemědělství.
- Zachování kvality úrody.
- Přínosy pro životní prostředí, jako je snížení eroze půdy, odklon od pesticidů a vyplavování živin, zlepšení v oblasti volně žijících zvířat plynoucí z integrované techniky obdělávání půdy a stanovišť [30].

Spolu s ekologickým zemědělstvím je zde přechodné období (pro vinice EZ a IP tříleté), kdy nejsou dosaženy všechny zisky a kdy mohou zemědělcovy marže trpět. Protože v tomto období je zemědělec povinen dodržovat podmínky zákona o EZ, ale produkty nejsou považovány za ekologické [33, 34].

Na základě experimentu, který byl zahájen v roce 1977 na komerční farmě v Německu, byly posouzeny ekonomické a ekologické dopady IP a konvenčního zemědělství. Ekologické dopady byly pravidelně sledovány pomocí počtu bioindikátorů, které zahrnovaly faunu povrchu půdy, roztoče a rozkladnou činnost.

Bylo sníženo množství pesticidů v IP o jednu třetinu oproti konvenční produkci. Zpracování půdy v IP zlepšilo přežití různých antagonistických skupin, např. dravých roztočů. Tím se minimalizuje riziko výskytu možných škůdců např. parazitických hlístic rostlin. Půdní práce snížily míru spotřeby paliva o 6,8% .

Rozšířili se pozemní členovci, kteří jsou známí tím, že se živí v půdě narozenými patogenní houbami.

Hospodaření s živinami spolu s různými metodami pro mobilizaci zdrojů dusíku, přispělo k využívání dusíku ze zdrojů neminerálních hnojiv. Využití denitrifikačních inhibitorů a účinnější management rostlinných zbytků a zeleného hnojení přispěl ke snížení průměrné spotřeby dusíku do 22% za hektar. Základní představa IP vypočítává požadavky na potřebu živin v souladu s rovnováhou živin v půdě. Sledováním možnosti vyluhování dusičnanů v půdním profilu bylo doloženo, že zásady IP, jako zelené hnojení, pěstování meziplodin může výrazně snížit ztráty dusičnanů a možné kontaminace podzemních vod. Řízení dodávek dusíku pomáhá zabránit nadměrnému výskytu dusičnanů a aminokyselin v rostlinné míze, tím se omezuje rozvoj škůdců a patogenní populace. V důsledku toho se snižuje spotřeba pesticidů. Zaznamenané druhové rozmanitosti fauny i flóry na okrajích polí s IP a v okolí odrážejí zlepšení stability agroekosystému. Zlepšování druhové rozmanitosti fauny souvisí s živými ploty. Pozemní složky v agroekosystémech, např. žížaly, střevlící, staphylinidae (drabčíkovití), roztoči a chvostokoci atd. převládali na poli IP. Některé z ohrožených střevlíků právně kvalifikované jako chráněné druhy (*Carabus auratus*) se zotavily a dosáhly extrémně vysokých populací [40].

V řecké studii byly porovnávány rozdíly v nákladech a výnosech, které jsou zapojeny do IP a EZ a bylo pozorováno množství vstupů, které jsou používány (zavlažování, umělé hnojiva, ochrana rostlin). IP farmy musí čelit vyšším nákladům na ochranu rostlin vzhledem k jejich častější aplikaci za sezónu. Používání herbicidů a skutečností, že chemické látky používané IP jsou obecně dražší než prostředky ekologického zemědělství. Zatímco ekologičtí zemědělci se musejí spokojit s hnojením bez hormonů, což nepřináší tak dobré výnosy. V této souvislosti ekologické zemědělství produkuje bezpečnější hrozny. Pro zavlažování byly pozorovány značné rozdíly, i když oba systémy jsou založeny na stejném závlahovém systému, IP farmy zavlažují častěji s větším množstvím. Protože používání pesticidů vyžaduje více vody pro jejich vstřebání. Všechny tyto vyšší vstupy přinášejí rozdíly ve výnosech o více než 40% na hektar pro IP. Náklady pro všechny vstupy, jsou vyšší u IP, protože je využívá častěji. Ale vyšší ceny pro ekologické zemědělce částečně kompenzují ztrátu produktivity na ha [41].

## 2.11 Metody vhodné ke stanovení prvků v rostlinných materiálech

Pro prvkovou analýzu biologického materiálu se nejvíce využívají tyto metody (tabulka 5):

1. Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES)
2. Atomová absorpční spektrometrie s elektrotermickou atomizací (GF-AAS)
3. Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS)

Tabulka 5 Metody vhodné ke stanovení prvků v rostlinných materiálech [47]

Technika	Prvky	Detekční limity	Výhody	Nevýhody
ICP-MS	většina kovů a nekovů	(ng·l <sup>-1</sup> )	rychlá, citlivá, multielementární metoda, široký dynamický rozsah, dobrá kontrola interferencí	nízká tolerance vůči látkám rozpuštěným v matrici
ICP-OES	většina kovů a některé nekovy	(μg·l <sup>-1</sup> –mg·l <sup>-1</sup> )	rychlá, multiprvková metoda, vysoká TDS tolerance	složité interference, relativně malá citlivost
GF-AAS	většina kovů (obvykle Pb, Ni, Cd, Co, Cu, As, Se)	(ng·l <sup>-1</sup> )	citlivá metoda, nízký počet interferencí	jednoprvková technika, limitovaný dynamický rozsah

## 2.12 Použití metod při analýze révy vinné

Metoda ICP/MS byla použita ke stanovení 15 vzácných prvků a 18 stopových prvků ve dřevě, semenech a slupce bobulí révy vinné, kdy byla jako metoda rozkladu využita metoda mikrovlnného rozkladu v uzavřeném systému v prostředí kyseliny dusičné (65%) a kyseliny fluorovodíkové (40%) [31].

O stanovení Pb, Zn, Cu v kořenech, listech a bobulích révy vinné metodou ICP-AES pojednává práce Chopina *et. al.* Maria Rosaria Provenzano *et. al.* se ve své práci zabývá stanovením mědi ve vinně a v bobulích révy vinné metodou ICP/OES [46].

V Mexické studii byly metodou AAS stanoveny Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Cd, a Pb ve vybraných druzích ovoce (jablko, avokádo, hrozny, meloun atd.) a zeleniny (brokolice, květák atd.) [49]. Metoda GF-AAS byla například použita ke stanovení těžkých kovů ve vybraných druzích zeleniny a ovoce. V této práci bylo analýze podrobena takové vzorky ovoce a zeleniny jako jsou jahody, rajčata, hrozny, ale i listy révy vinné, špenát, brokolice atd. Vzorky byly podrobeny mikrovlnnému rozkladu v uzavřeném systému v prostředí kyseliny dusičné (65%) [43]. Dále byla GF-AAS použita ke stanovení Pb a Ni v listech, kořenech a bobulích révy vinné v Srbsku, kdy byla sledována míra znečištění těžkými kovy ve dvou různých oblastech [42].

## 2.13 Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

ICP-MS je víceprvková analytická spektrální technika kombinující indukčně vázané plazma (ICP) jako zdroj kladně nabitých částic (např. Na<sup>+</sup>, Pb<sup>+</sup>) a hmotnostní spektrometrii (MS), která částice detekuje [9].

Metoda ICP-MS byla poprvé využita v roce 1983 a dnes již představuje běžnou techniku stopové analýzy [9].

Mez detekce pro většinu prvků má podstatně nižší než běžné analytické metody navíc s velkým koncentračním rozsahem stanovení. Výhodou je, že ze získaného hmotnostního spektra jsme schopni rozpoznat koncentraci prakticky všech prvků a jejich izotopické zastoupení. Další výhodou je rychlost měření, malá spotřeba vzorku, vysoká produktivita a také značný rozsah linearit závislosti signálu na koncentraci prvku. Analýza je vhodná pro pevné, kapalné i plynné vzorky. Nevýhodou je nutnost převedení analyzovaného vzorku do roztoku a vysoké provozní a investiční náklady [9, 10].

### **2.13.1 Princip metody**

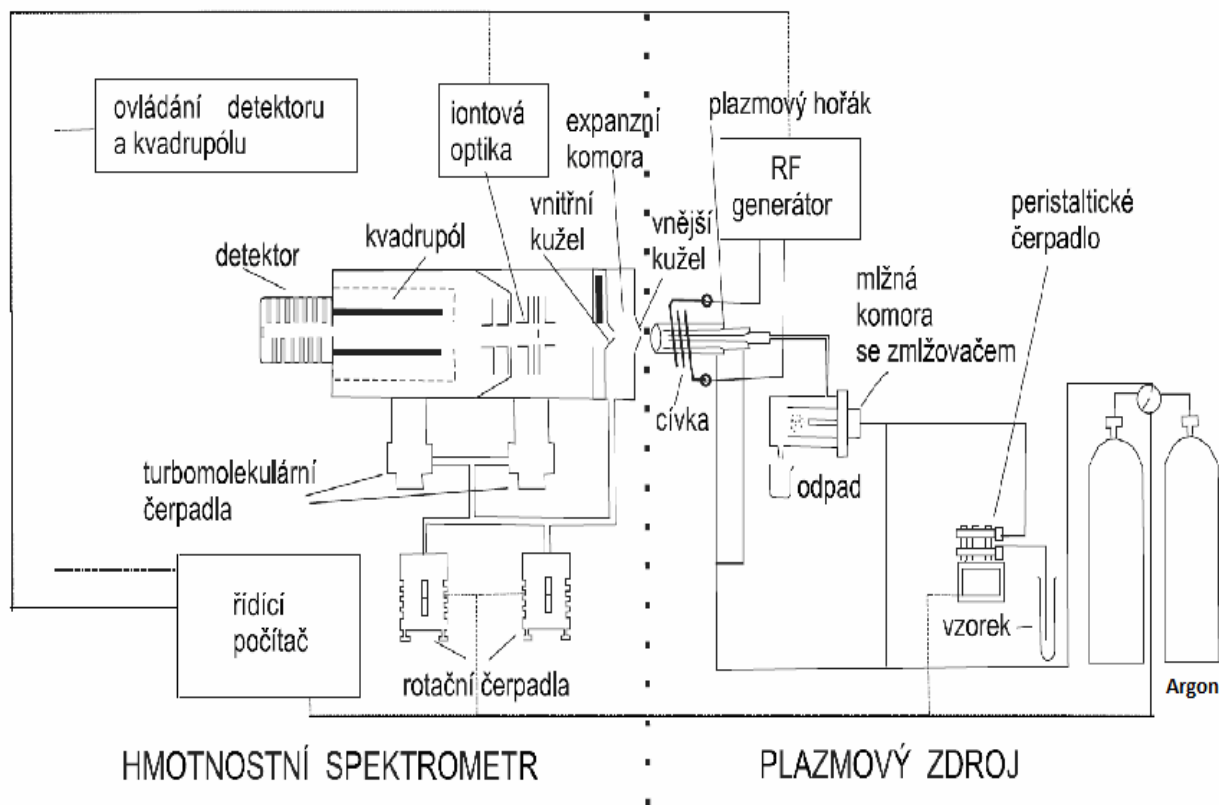
Metoda je založena na vnášení analytického vzorku do plazmového hořáku, ve kterém je ve vysokofrekvenčním elektromagnetickém poli udržováno argonové plazma o teplotě 6000 až 10000 K. Zředěný roztok nebo odpařený roztok je v plazmatu atomizován a ionizován. Ionty vstupují do vakuového prostoru s elektromagnetickými čočkami, quadrupolovým hmotnostním filtrem a elektronásobičovým detektorem. Elektromagnetické čočky příp. kolizní cela usměřuje tok iontů a zabraňují pronikání rušivých fotonů z plazmatu na detektor. Quadrupolovým filtrem projdou jen ionty o daném  $m/z$ . Ostatní ionty jsou odčerpány nebo se vybíjí na stěnách quadrupolu. Prošlé ionty vybudí na elektronásobiči signál, který je po zesílení elektronicky zpracován. Napětí na elektrodách quadrupolového filtru lze rychle a přesně měnit, což umožňuje na detektor vypouštět ionty o různém  $m/z$  a měřit různé nuklidy. Mohou být měřeny ionty o relativní atomové hmotnosti např. od 3 do 256. Zařízení rozpoznává odlišné atomové hmotnosti iontů (izotopy, nuklidy). Koncentrace chemických prvků a izotopů jsou stanovovány a počítány dle koncentrační kalibrace, která předchází měření [9, 10]. Na obrázku 9 jsou znázorněny procesy probíhající v ICP/MS od zavádění vzorku až po hmotnostní spektrum.

### **2.13.2 Instrumentace ICP/MS**

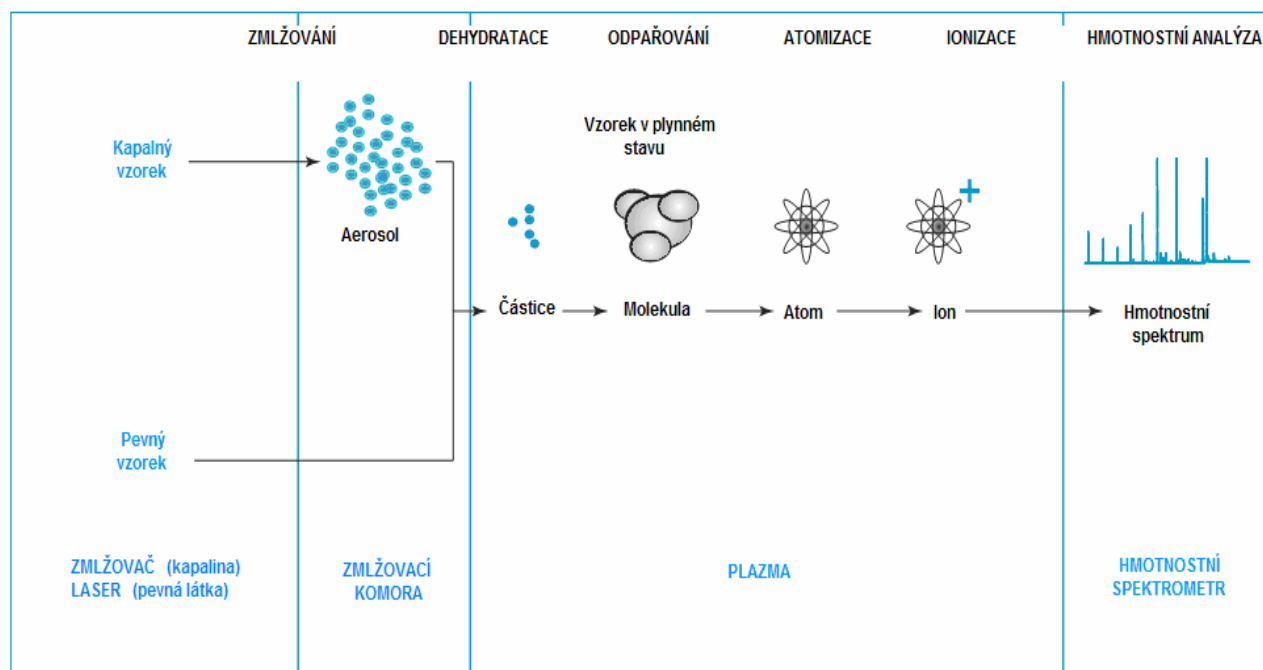
Základní části (obrázek 8) ICP/MS zahrnují zařízení pro přívod analyzovaného vzorku, iontový zdroj, rozhraní (interface) mezi iontovým zdrojem a hmotnostním spektrometrem, iontovou optiku, (kolizní celu), analyzátor, detektor, vakuový systém, řídicí jednotku [9, 10].

#### ***Vnášení vzorků do ICP/MS***

ICP, jako zdroj excitační a ionizační energie, je používáno k analýze především kapalných vzorků. Hlavním úkolem je převést kapalnou vzorek na aerosol a jeho transport do plazmatu. Kapalnou vzorek je do zmlžovače nasáván peristaltickým čerpadlem. Do plazmatu jsou vedeny jen kapičky určité velikosti. ICP může být také použito pro plyny a těkavé sloučeniny (hydridy, cheláty), které jsou vnášeny do plazmatu v proudu argonu kontinuálně nebo diskontinuálně pomocí dávkovacího kohoutu. S využitím různých technik může být ICP použito také pro pevné látky [9].



Obrázek 8 Instrumentace ICP/MS [13]



Obrázek 9 Schematické znázornění procesů v ICP/MS od vzorkování po analýzu [47]

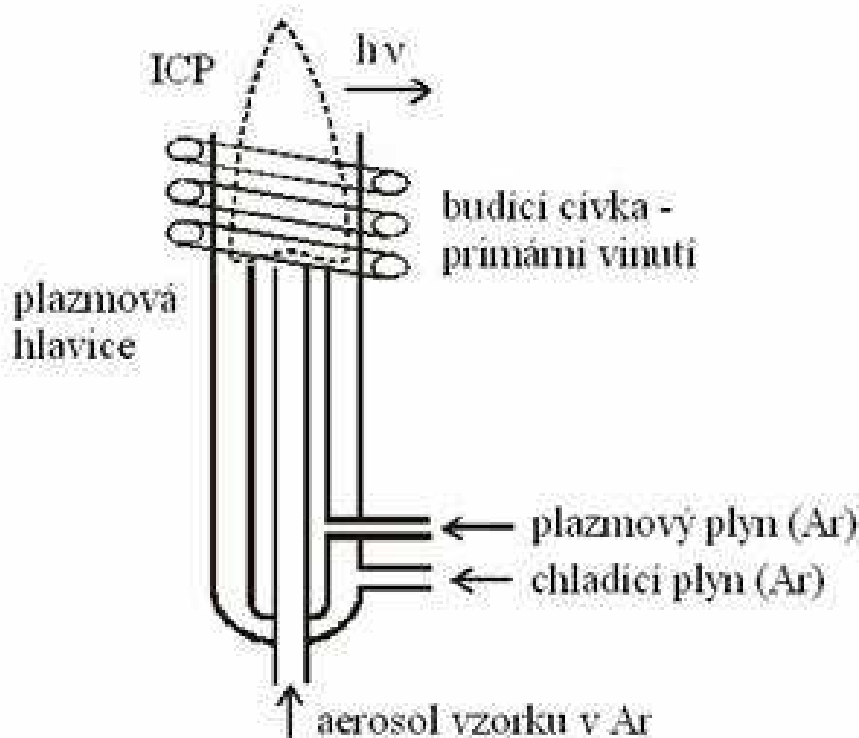
### Vznik ICP

Indukčně vázané plazma je tvořeno ionizovaným argonem a volnými elektrony za vysoké teploty (10000 K), který je stabilizovaný vysokofrekvenčním polem [18].

Výboj indukčně vázaného plazmatu je iniciován ionizací jiskrovým výbojem z Teslova transformátoru. Vytvořené elektrony jsou urychlovány elektromagnetickým polem cívky. Elektrony s dostatečnou kinetickou energií způsobují další ionizaci pracovního plynu, tím se vytváří nepřetržitý výboj [17].

Plazma je ohraničeno plazmovou hlavicí (obrázek 10). Plazmová hlavice je tvořena ze tří křemenných trubic umístěných v indukční cívce, která je tvořena dvěma až pěti vodou chlazenými závitě. Trubice umožňují tři toky plynu. Prostřední trubicí (injektorem) proudí argon nesoucí aerosol vzorku do plazmatu. Mezi injektorem a střední trubicí proudí vnitřní plazmový plyn. Do vnějšího mezikruží je přiváděn vnější plazmový plyn, který chladí plazmovou hlavicí [16, 17].

Podmínky vzniku plazmy (geometrie hořáku, frekvence, proudění plynu) jsou voleny tak, aby plazma získala prstencový tzv. toroidální tvar. Vhodnou kombinací rozměrů plazmové hlavice, frekvence vysokofrekvenčního pole a rychlosti proudění nosného plynu může být proražen chladnější analytický kanál, kde se zavede aerosol aniž by se porušila stabilita plazmy [16, 18].



Obrázek 10 Plazmová hlavice [14]

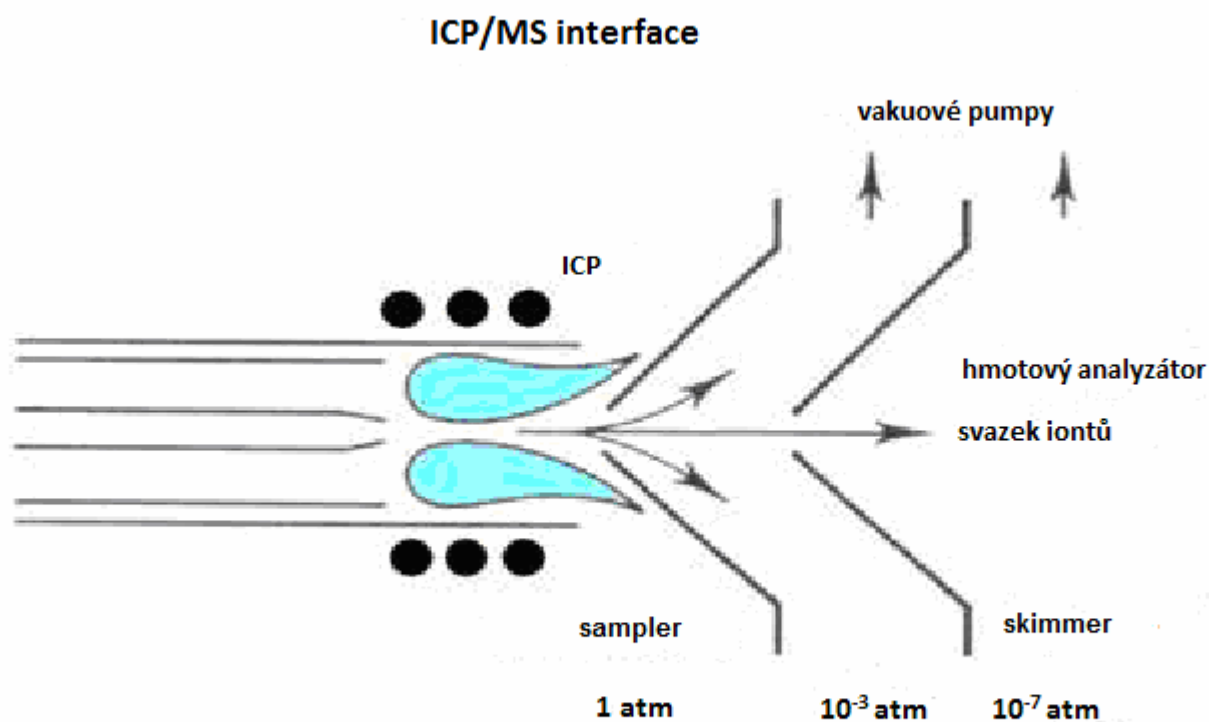
### Atomizace a ionizace

Vzorek je vnášen do středu plazmatu jako aerosol vzniklý ve zmlžovači, je obklopen plazmou o vysoké teplotě a vypařuje se do teplejších oblastí prstence, kde dosahuje teplota až 10 000 K. Dochází k atomizaci a ionizaci volných atomů. Z ústí plazmové hlavice vystupuje směs iontů a atomů, také jsou přítomny nedisociované fragmenty molekul, neodpařené částice

a to je doprovázeno velkým množstvím argonu, který difundoval do středního proudu z obvodových vrstev. Teplota středního proudu klesá až na 6000 K. Tato směs je vedena přes interface do hmotnostního spektrometru [17, 18].

### ***Rozhraní (interface) mezi iontovým zdrojem a hmotnostním spektrometrem***

Interface (obrázek 11) je tvořeno dvěma kónusy (sampler, skimmer) vyrobených z tepelně vodivých materiálů (Ni, Cu, Al, Pt) chlazených vodou. Kónusy jsou demontovatelné z důvodu snadného čištění. Jejich životnost závisí na matici vzorků (při aplikaci 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> několik dnů, 1% HNO<sub>3</sub> řadu měsíců). V prostoru mezi samplerem a skimmerem je rotační vývěvou udržován tlak 500 Pa. Rychlost proudění expandujícího plynu mírně přesahuje rychlost zvuku a jeho teplota klesá. Po průchodu otvorem druhého kónusu se vzorek dostává do prostředí o tlaku 10<sup>-4</sup> Pa. Vakuum zaručuje střední volnou dráhu atomů a iontů tak, aby bylo omezeno množství vzájemných srážek v hmotnostním analyzátoru. Vakuum je získáváno součinností klasické olejové vývěvy a turbulentních pump [9].



Obrázek 11 ICP/MS interface [12]

### ***Iontová optika***

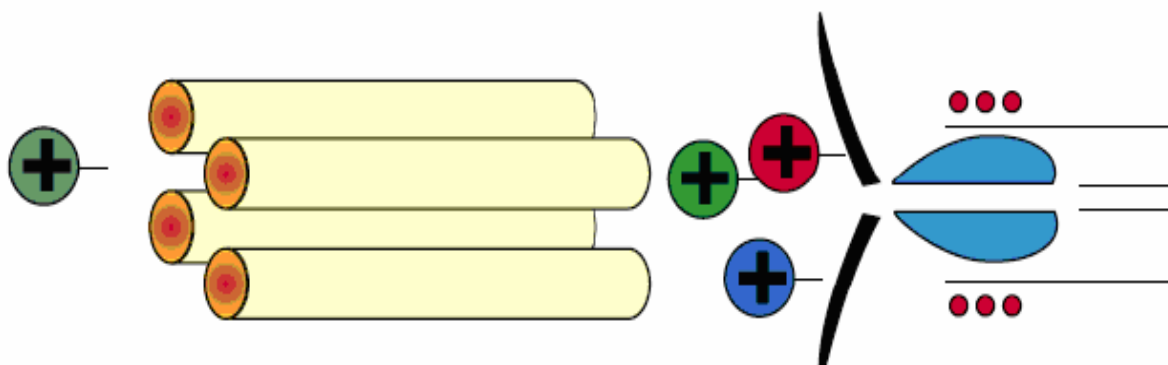
Před vstupem do quadrupolového analyzátoru je nutné získat kolineární proud iontů, ze kterého jsou separovány fotony, elektroneutrální částice a ionty, které by zvyšovaly šum detektoru iontů. K odstranění těchto částic stačí umístit do dráhy mechanickou překážku a fotony a elektricky neutrální částice se na ni zastaví, protože elektricky neutrální částice neovlivňuje elektromagnetické pole [9].



Iontové čočky soustředí analyzované ionty tak, aby obešly tento filtr a pokračovaly mezi elektrody quadropolu. Polarita a výše potenciálu na čočkách je nastavována operátorem [9, 10].

### ***Kvadrupólový filtr***

Kvadrupólový filtr (obrázek 12) je tvořen čtyřmi symetricky uspořádanými kovovými tyčemi o průměru 12-18 mm a délce asi 200 mm kruhového nebo hyperbolického průřezu, kde protilehlé tyče jsou vodivě propojeny. Na jeden pár je vloženo kladné a na druhý záporné stejnosměrné napětí. Na tyče je také přiváděno střídavé napětí o vyšší hodnotě než vytvářejí stejnosměrné složky. Výsledné napětí příslušného páru v daném časovém okamžiku vzniká sčítáním obou proudů. Tyče s kladným stejnosměrným napětím mají po většinu periody kladné napětí a ekvivalentně druhý pár má po většinu periody záporné napětí. V ose mezi tyčemi je nulové napětí a v tomto směru jsou přiváděny analyzované ionty. Po určitou hodnotu napětí stejnosměrné a střídavé složky projdou pouze ionty o určité efektivní hmotnosti  $m/z$  (poměr hmotnosti iontů a jejich náboje), proto je tento typ analyzátoru také nazýván quadropolovým filtrem. Ostatní ionty jsou odkloněny nebo ztraceny. V důsledku používání vysokých frekvencí (MHz) je rychlost analýzy celého hmotnostního spektra velmi vysoká.[9, 16].

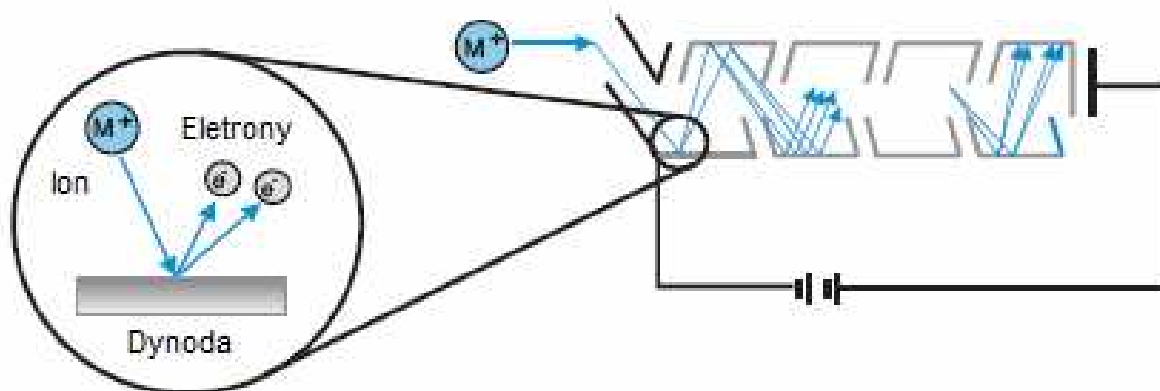


*Obrázek 12 Kvadrupólový filtr[12]*

### ***Detektor iontů***

Ionty jsou detekovány pomocí elektronových násobičů (obrázek 13). Elektronové násobiče obsahují další elektrody, které zesilují elektronový proud  $10^4$  až  $10^8$  krát. Konstruují se jako zúžené trubice, do jejichž širší části dopadají ionty. Potenciál širšího konce je negativní a postupně klesá k nule směrem k úzkému konci, který je uzemněn. Ion vyrazí elektron, ten dopadá na místo s méně negativním potenciálem a vyrazí další elektrony. Signál se dalšími nárazy elektronů zvětšuje a je veden do zesilovače a je vyhodnocován[15].

Výhodou fotonásobičů je jejich rychlost, citlivost a široký spektrální rozsah. Jeho životnost je pouze jeden rok [15].



Obrázek 13 Schéma elektronásobiče [47]

### Interference matrice

Ovlivnění maticí jsou v současnost považovány za nejzávažnější interference, které se dělí na spektrální a nespektrální. Matrice vzorku je doprovodná složka obsažená ve vzorku. Interferencí matrice rozumíme efekt rozdílné velikosti signálu, kterou získáme pro stejnou koncentraci analytu v čistém standardu a za přítomnosti doprovodných složek [16].

### Spektrální interference při ICP/MS s kvadrupólovým analyzátozem

Hmotnostní překryv izotopů různých prvků se stejnou hmotností (tabulka 6) se eliminuje volbou vhodného izotopu nebo matematickou korekcí. [16].

Hmotnostní překryv stanovovaného prvku s molekulárními, nebo polyatomickými ionty se stejnou efektivní hmotností ( $m/z$ ). Vznikají v plazmě z precursorů vznikajících z plazmových plynů vody, kyselin použitých pro rozpuštění a matrice vzorku [16].

Možné interferenty jsou tabelovány, ale jejich eliminovatelnost vyžaduje použití separačních postupů (extrakce, precipitace, HPLC aj.). Některé lze odstranit vymražením vody z mokrého aerosolu vzorku zmlžovačem (odstranění sloučenin s kyslíkem) nebo používáním jiných typů rozkladu (nejsou vhodné kyseliny: HCl, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) [16].

Tabulka 6 Vybrané spektrální interference [16]

Hmotnost	Analyzovaný prvek	Interferenty
51	V	<sup>16</sup> O <sup>35</sup> Cl
52	Cr	<sup>12</sup> C <sup>40</sup> Ar
53	Cr	<sup>16</sup> O <sup>37</sup> Cl
58	Ni	<sup>42</sup> Ca <sup>16</sup> O
60	Ni	<sup>16</sup> O <sup>44</sup> Ca
63	Cu	<sup>47</sup> Ti <sup>16</sup> O, <sup>23</sup> Na <sup>40</sup> Ar
64	Zn	<sup>46</sup> Ca <sup>16</sup> O, <sup>48</sup> Ti <sup>16</sup> O
77	Se	<sup>37</sup> Cl <sup>40</sup> Ar
114	Cd	<sup>98</sup> Mo <sup>16</sup> O

### Nespektrální interference při ICP/MS s kvadrupólovým analyzátozem

Ovlivňují pouze velikost signálu. Způsobují snížení ale také zvýšení signálu a zahrnují: ovlivnění transportu a zmlžování [16, 26].

Efekty ovlivňující ionizaci v plazmě (nejčastěji způsobeny vyššími koncentracemi snadno ionizovatelných prvků nebo přítomností organické matrice) [16].

Blokády na vstupních clonách interface vznikající usazováním solí (omezení použití metody na málo zasolené vzorky)[16].

Matricí indukované změny v iontovém paprsku – změny rozložení elementů v iontovém paprsku, způsobují je vysoké koncentrace Na, K, Cs, Mg, Ca (zvýšení signálu), B, Al, a U (snížení signálu) [16].

K eliminaci nespektrálních interferencí je používána metoda vnitřních standardů, kdy musí platit podmínka, že mechanismus interference a míra ovlivnění musí být stejné pro analyzované prvky a vnitřní standard. Jako vnitřní standardy jsou používány indium, thallium, bismut a rhenium. Dále se používají metody izotopického zředování, také separačních metod nejčastěji ON-LINE spojení kapalinového chromatografu s ICP-MS spektrometrem [16].

### 2.13.3 Aplikace ICP-MS

ICP-MS je dominantní analytickou metodou stopové a ultrastopové analýzy stanovující prvky i izotopy. Detekční limity s quadrupolovým analyzátozem jsou na hranicích  $\text{ng.l}^{-1}$ . Využití nachází jak ve vědecké oblasti tak v komerčním použití. Výhodou je její multielementárnost, což je významné při zjišťování stavu znečištění, významná je také možnost sledování izotopických poměrů, a to i nezářivých izotopů [16].

#### *Z hlediska oborů nachází uplatnění v oblasti:*

- Geochemických analýz (analýza stopových kovů v horninách, minerálech, vodách, při studiu geneze hornin, migrace látek krajinou, sledování kontaminantů), sledování vzácných zemin a platinových kovů, časté je studium izotopů olova  $\text{Pb}^{204}$ ,  $\text{Pb}^{206}$ ,  $\text{Pb}^{207}$ ,  $\text{Pb}^{208}$ . Pro normalizaci je využíváno mezinárodních referenčních izotopových standardů [16].
- Jaderné energetiky – možnost izotopového měření a stanovení stopových prvků v souvislosti s ochranou životního prostředí při použití jaderného zařízení, úložišť a materiálového výzkumu [16].
- Při analýze potravin a nápojů – při sledování toxických prvků v potravinovém řetězci.
- Značkování stabilními izotopy se využívá v lékařství a biologických vědách.
- Biologické materiály jsou předmětem studia stopových kovů, iontů a stopového složení [16].
- Analýza vod (povrchové a podzemní, srážkové) – mineralizované vody je třeba ředit na obsah solí 1-2gl [16].

### 2.14 Mineralizace

Před měřením je nutné vzorek převést do roztoku. Při rozkladu (mineralizaci) nelze použít všeobecně platný postup. Mineralizace závisí na charakteru rozkladného materiálu a na druhu obsažených prvků. Různý cíl analýzy, charakter analyzovaných látek a aplikovaných analytických metod, určuje konkrétní způsob rozkladu [28, 29].

Mineralizace může probíhat na mokré cestě (oxidační rozklad v silně kyselém prostředí) nebo na suché cestě (spálení a následné rozpuštění popela ve vhodné kyselině). Mineralizace na mokré cestě můžeme rozdělit na mineralizaci v otevřeném a mineralizaci v uzavřeném systému, která může být vysokotlaká nebo nízkotlaká. Ohřev může být tepelný nebo mikrovlnný [29].

Mineralizace je častou příčinou kontaminace vzorku. Je nutno volit takové chemikálie a zařízení, které budou vzorek kontaminovat co nejméně. Používat chemikálie pro stopovou analýzu a ultračistou vodu [28, 29].

### **2.14.1 Mineralizace na suché cestě**

Klasický suchý rozklad na vzduchu za atmosférického tlaku patří mezi nejdéle využívané rozklady organických a biologických materiálů. Mezi jeho nedostatky patří ztráta prchavých (As, Cd, Hg, Pb, Se atd.) a někdy neprchavých (Fe, Cr atd.) kovů. Suché rozklady můžeme rozdělit podle aplikované teploty na rozklady při vysoké teplotě (450–500 °C) a rozklady při nízké teplotě (200–400 °C). Oba tyto rozklady lze provádět za normálního tlaku (na vzduchu v otevřeném systému), nebo za zvýšeného resp. vysokého tlaku v uzavřeném systému.

Suchý rozklad se skládá ze čtyř základních kroků: [28]

#### ***Sušení***

Vzorek se zbavuje vody při teplotě 60 až 120 °C na varné desce, normální nebo vakuové sušárně, pod infračervenou lampou, v pískové koupeli nebo v lyofilizátoru. Materiál rozkladných nádob bývá nejčastěji z platiny, niklu, ocele, porcelánu a křemene. Po ukončení sušení se vzorek může zvlhčit přidáním pomocného činidla ( $\text{MgNO}_3$ ) [28].

#### ***Spalování***

Spalování je kritickou fází suchého rozkladu, kdy se vzorek spaluje při teplotách 200 až 400 °C. Po dobu spalování vzorek nesmí hořet plamenem. Tento krok probíhá v muflové peci, kde je možné pomalu zvyšovat teplotu. Je to nejdelší operace rozkladného postupu [28].

#### ***Zpopelňování***

Zpopelňování spáleného zbytku se uskutečňuje při teplotách 450 až 550 °C. Před zpopelněním se vzorek zvlhčí pomocným zpopelňujícím činidlem (konc.  $\text{HNO}_3$ ), tím se umocňuje oxidační působení vzdušného kyslíku a analyty se transformují na dobře rozpustné a málo prchavé dusičnany [28].

#### ***Louhování popela***

Vzniklý popel se nejčastěji rozkládá zředěnou kyselinou dusičnou, chlorovodíkovou, v pufrch nebo kyselinou sírovou. Pokud jsou pevné částice pevně přichycené na stěnách nádoby, volí se postupný rozklad, tzn. nejdřív rozkládat v koncentrované kyselině za současného zahřívání a po rozložení vzorek ředit vodou [28].

### **2.14.2 Mineralizace na mokré cestě**

Mechanismus mineralizace spočívá v rozkladu oxidací organických látek koncentrovanými kyselinami. Oxidační schopnosti kyselin mohou být umocněny přísávkem dalších oxidačních činidel ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , KI). Nejčastěji se používá kyselina dusičná, méně často kyselina sírová nebo chloristá, resp. jejich kombinace. Na rozklad biologických materiálů je možno použít  $\text{H}_2\text{O}_2$ , jehož účinek je katalyzovaný solemi  $\text{Fe}^{2+}$  [28].

Mineralizace na mokré cestě zahrnuje několik typů rozkladů:

- v otevřených systémech s konvenčním ohřevem,
- v tlakových (uzavřených) systémech s konvenčním ohřevem,
- v otevřených systémech s mikrovlnným ohřevem,
- v tlakových (uzavřených) systémech s mikrovlnným ohřevem.

Pro přípravu organických vzorků, které se následně využívají pro prvkovou analýzu metodami ICP-MS, ICP-OES a AAS se nejčastěji používá tlakový (uzavřený) mikrovlnně podporovaný rozklad. V této práci byla použita směs kyseliny dusičné a peroxidu vodíku v kombinaci s mikrovlnným ohřevem za zvýšeného tlaku, kdy konverzí mikrovlnné energie na tepelnou energii vzniká potřebné teplo.

Vlastní rozklad v mikrovlnném mineralizátoru probíhá ve třech stupních: karbonizace, oxidace a rozklad látky. Během karbonizace rozkládána směs zhnědne a zčerná. Při oxidaci dochází k rozkladu organické látky a vyloučení C, O a H ve formě  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{O}$ ; N ve formě  $\text{NO}_2$  apod. a k vyčištění roztoku rozkladné směsi [28].

Účinnost uzavřeného tlakového rozkladu probíhajícího za tlaku 4 MPa je nižší a koncentrace zbytkového uhlíku dosahuje hodnoty okolo 3 %. Zatímco rozklad při tlaku 8 MPa jsou hodnoty zbytkového uhlíku okolo 1 % a více. Rozklad se dokončí v plazmě během vlastní analýzy. Proto není nutné rozkládat vzorky za velmi vysokého tlaku, což snižuje finanční náročnost na rozkladné zařízení [28].

Přednosti uzavřeného tlakového systému je nižší kontaminace, snížená spotřeba rozkladných činidel a zlepšená hygiena práce. Nevýhody uzavřeného tlakového rozkladu jsou zvýšené bezpečnostní riziko, nemožnost dodatečného přidávání činidel a relativně nízké hmotnosti navážky [28].

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Vzorky

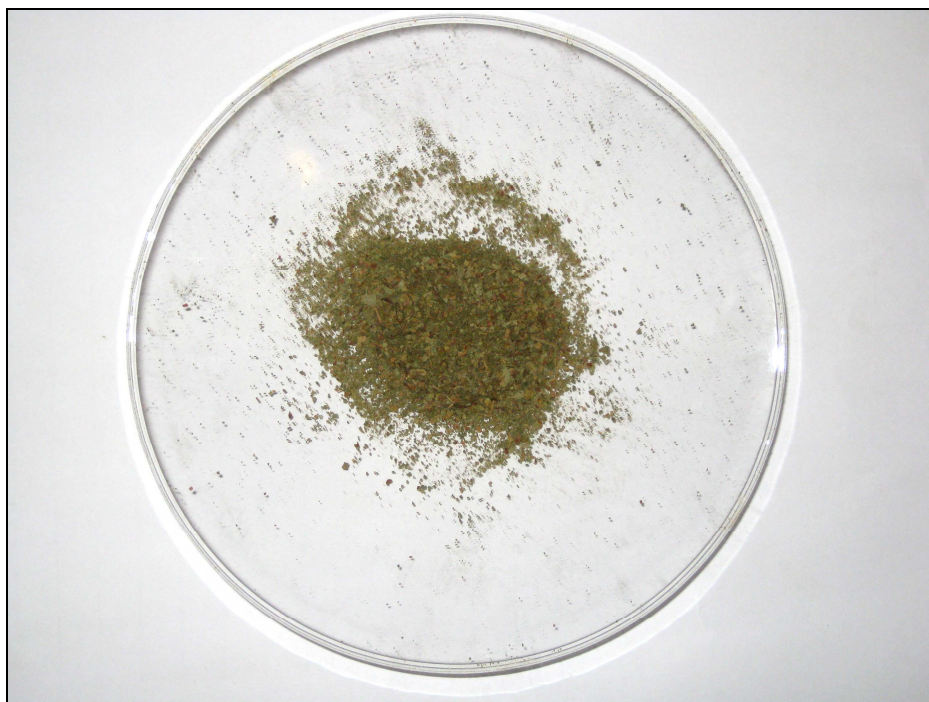
Vzorky pocházejí z Vinařství p. Ing. Hynka Holánka, které se nachází v obci Iváň. Byly sbírány do suchého ledu v období 2010/2011 ve třech (horní, střední, dolní) částech vinohradu, tak aby byla pokryta celá oblast vinohradu. Z takto nasbíraných vzorků byl vytvořen reprezentativní vzorek. Vzorky byly tvořeny listy a bobulemi červené odrůdy Burgundské modré a bílé odrůdy Sauvignon blanc. Bylo srovnáváno zastoupení mikroprvků ve vzorcích pocházejících z ekologického a integrovaného systému produkce.

#### 3.2 Příprava vzorků listů

Vzorky listů byly sušeny na buničité vatě při laboratorní teplotě (obrázek 14). Vzorky listů byly omyty ultračistou deionizovanou vodou. Po usušení byly rozmělněny na jemný prášek (obrázek 15) pomocí třecí misky a tloučku. Na analytických vahách bylo do teflonových nádob naváženo  $300 \pm 50$  mg. Každý vzorek byl navažován v pěti paralelních navážkách. Po předchozím vyzkoušení různých poměrů 30 % peroxidu vodíku ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a 67 % kyseliny dusičné ( $\text{HNO}_3$ ) bylo ke vzorkům přidáno 5 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 2 ml  $\text{HNO}_3$ . V mikrovlnné peci byl proveden rozklad podle nastaveného programu uvedeného v tabulce 7. Po vychladnutí byly mineralizované vzorky kvantitativně převedeny do odměrných baněk 25 ml a doplněny na objem ultračistou deionizovanou vodou. Následně byly přefiltrovány do plastových zkumavek a označeny. Vzorky byly uchovávány v ledničce při teplotě 8 °C. Před vlastním měřením metodou ICP-MS byly vzorky vytemperovány na laboratorní teplotu.



Obrázek 14 Usušené listy Sauvignon blanc IP



Obrázek 15 Rozmělněné listy Sauvignon blanc IP

### 3.3 Příprava vzorků bobulí

Vzorky bobulí byly po sklizni uchovávány v mrazáku při teplotě  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Po omytí ultračistou deionizovanou vodou byly sušeny v sušárně při teplotě  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  asi pět dnů. Zvlášť byly sušeny slupky (obrázek 16), celé bobule (obrázek 18) a celé bobule bez pecek (obrázek 17). K vypeckování a odstranění dužniny byl použitý keramický nůž, aby se zamezilo kontaminacím. Vzorky byly sušeny v miskách připravených z alobalu. Po usušení byly vzorky rozmělněny v třecí misce (obrázek 20). Takto připravené vzorky byly naváženy v množství  $500 \pm 50\text{ mg}$  do teflonových nádobek. Každý vzorek byl navažován v pěti paralelních navážkách. Po předchozím zkoušení různých poměrů činidel ( $30\text{ }\%$   $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $67\text{ }\%$   $\text{HNO}_3$ ), bylo přidáno  $5\text{ ml}$   $30\text{ }\%$   $\text{H}_2\text{O}_2$  a  $2\text{ ml}$   $67\text{ }\%$   $\text{HNO}_3$ . Rozklad byl proveden podle programu uvedeného v tabulce 7. V obou případech byla mikrovlnná pec byla umístěna v digestoři z důvodu vznikajících pár oxidu dusíku. Stejně jako u vzorků listů byly mineralizované vzorky bobulí po vychladnutí kvantitativně převedeny do odměrných baněk  $25\text{ ml}$ , zfiltrovány a označeny. Vzorky byly uchovávány v ledničce při teplotě  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Před vlastním měřením metodou ICP-MS byly vzorky vytemperovány na laboratorní teplotu. Při manipulaci se vzorky byly vždy používány jednorázové ochranné rukavice, aby nedošlo ke kontaminaci vzorků. Veškeré používané laboratorní sklo bylo důkladně čištěno louhováním v kyselině dusičné o koncentraci  $2\text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  a následně vypláchnuto ultračistou deionizovanou vodou. Při přípravě vzorků, standardů a při vlastní analýze byla používána ultračistá deionizovaná voda pomocí přístroje PureLabClassic. Ultračistá deionizovaná voda je zbavena veškerých iontů, částic, organických nečistot a mikroorganismů, které by mohly výrazně zkreslovat výsledky.



*Obrázek 16 Usušené slupky Rulandské modré BIO, Sauvignon blanc BIO*



*Obrázek 17 Usušené bobule bez pecek Sauvignon blanc IP, Rulandské modré IP*





*Obrázek 18 Usušené celé bobule Rulandské modré BIO*



*Obrázek 19 Proces vypeckování rozetřených bobulí Sauvignon blanc IP*



Obrázek 20 Rozetřené usušené slupky Rulandské modré BIO

Tabulka 7 Program mikrovlnného rozkladu Milestone

krok	čas [min]	výkon [W]
1	5	300
ventilace	15	0

### 3.4 Použité pomůcky a přístroje

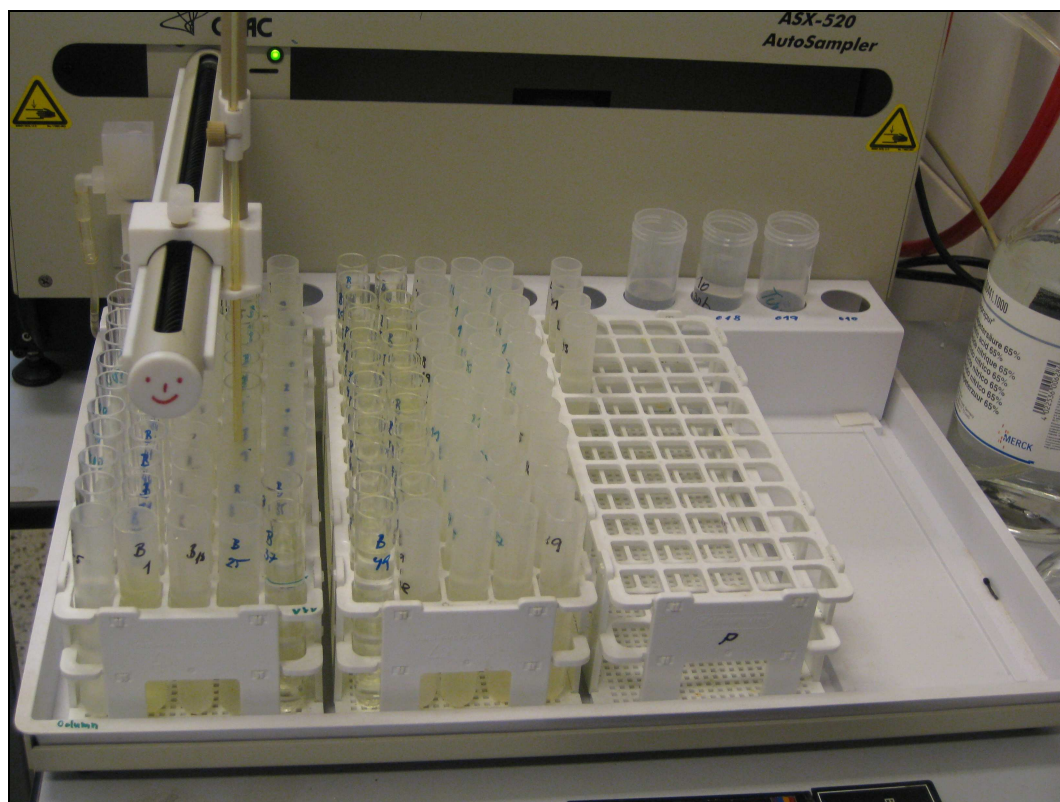
- běžné laboratorní sklo, hliníkové misky pro sušení vzorků
- třecí miska s tloučkem, keramický nůž, mikropipeta
- analytické laboratorní digitální váhy AND HA – 202M (A&D Company, Tokio, Japonsko)
- lednice a mrazicí box
- jednotka pro přípravu ultračisté deionizované vody Pure Lab Classic UV (Elga, Marlow, Velká Británie)
- sušárna Binder FDL 115
- mikrovlnná pec Milestone (obrázek 21) s karuselem na 6 vzorků (Milestone, Shelton, USA)
- ICP/MS (obrázek 22, 23)



*Obrázek 21 Mikrovlnná pec Milestone*



*Obrázek 22 ICP/MS*



Obrázek 23 Autosampler

### 3.5 Použité chemikálie

- Ultračistá deionizovaná voda (Pure Lab Water)
- HNO<sub>3</sub>, p. a. + (Analytica, Praha, ČR)
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, p. a. (Lach-Ner, Neratovice, ČR)
- Standardy jednotlivých prvků [g·l<sup>-1</sup>]

### 3.6 Příprava kalibračních roztoků

Multielementární kalibrační roztoky byly připraveny smísením standardních roztoků jednotlivých prvků vybraných pro analýzu. Vybranými prvky byly: V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sn, Ba, Pb. Jednotlivé koncentrace jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Koncentrace kalibračních roztoků

Stopový prvek	Koncentrační rozsah [ $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ]
V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sn, Ba, Pb	0 – 1 – 10 – 20- 40 – 80 – 200 – 400 – 800 – 1600 – 3000

Do sekvence bylo zařazeno několik shodných kontrolních vzorků, kterými se nahradil vnitřní standard. Kontrolní vzorek obsahoval všechny měřené analyty a byla kontrolována změna signálu v průběhu měření. Žádná změna intenzity signálu v průběhu měření nebyla zaznamenána.

### 3.7 Stanovení prvků metodou ICP/MS

Tabulka 9 Parametry přístroje ICP/MS

<i>Přístroj</i>	ICP/MS Agilent 7500 Series (Agilent, USA)	
<i>Průtok plynu (argon)</i>	Plazmového	15 l/min
	Pomocného	0,9 l/min
	Nosného	0,85 l/min
	Make-up	0,25 l/min
<i>Příkon do ICP</i>	1500 W	
<i>Hloubka vzorkování</i>	8 mm	
<i>Zmlžovač</i>	Typ	MicroMist kocentrický
	Pumpa	0,1 rps
<i>Mlžná komora</i>	Typ	Scott (sklo)
	Teplota	2 °C

Tabulka 10 Integrace signálu

<i>Prvek</i>	<i>Mr</i>	<i>Integrační doba (s)</i>	<i>Počet opakování</i>
V	51	0,3	3
Cr	52	0,3	3
Mn	55	0,3	3
Co	59	0,3	3
Ni	59	0,3	3
Cu	63	0,3	3
Zn	66	0,3	3
As	75	0,3	3
Se	82	0,3	3
Sr	88	0,3	3
Mo	95	0,3	3
Cd	111	0,3	3
Sn	119	0,3	3
Ba	137	0,3	3
Pb	208	0,3	3

Tabulka 11 Limity detekce analyzovaných kovů

<i>Kov</i>	<i>As</i>	<i>Ba</i>	<i>Cd</i>	<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Mn</i>	<i>Mo</i>
<i>LOD</i> [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	0,009	0,09	0,006	0,013	0,06	0,3	0,12	0,06
<i>Kov</i>	<i>Ni</i>	<i>Se</i>	<i>Sn</i>	<i>Sr</i>	<i>Pb</i>	<i>V</i>	<i>Zn</i>	-
<i>LOD</i> [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	0,2	0,023	0,109	0,08	0,115	0,007	0,03	

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Z deseti naměřených slepých pokusů byly vypočítány meze detekce (LOD) pro jednotlivé analyzované kovy. Jejich výsledky jsou zaznamenány v tabulce 11.

### 4.1 Výsledky analýzy listů révy vinné a grafické zpracování

Prvkové analýze byly podrobeny dvě odrůdy listů révy vinné. Metodou ICP/MS bylo analyzováno 15 mikroprvků. Výsledky analýzy listů révy vinné jsou zaznamenány v tabulce 12.

Tabulka 12 Koncentrace analyzovaných kovů v listech révy vinné

	Analyzované odrůdy listů révy vinné			
	<i>Sauvignon blanc IP</i>	<i>Sauvignon blanc BIO</i>	<i>Rulandské modré IP</i>	<i>Rulandské modré BIO</i>
<i>As</i>	0,122 ± 0,001	0,09±0,01	0,089±0,002	0,081 ± 0,004
<i>Ba</i>	25,51 ± 0,01	24 ± 3	42,2 ± 0,4	16,4 ± 0,6
<i>Cd</i>	0,011 ± 0,005	0,016 ± 0,004	0,006 ± 0,002	0,028 ± 0,013
<i>Co</i>	0,159 ± 0,007	0,174 ± 0,013	0,161 ± 0,002	0,137 ± 0,006
<i>Cr</i>	0,43 ± 0,05	0,57 ± 0,05	0,41 ± 0,02	0,6 ± 0,2
<i>Cu</i>	130 ± 27	859 ± 20	222 ± 3	408 ± 25
<i>Mn</i>	188 ± 16	141 ± 5	265 ± 13	97 ± 3
<i>Mo</i>	1,22 ± 0,03	0,96 ± 0,07	0,78 ± 0,03	1,13 ± 0,06
<i>Ni</i>	13 ± 4	14 ± 5	5,3± 1,5	12 ± 4
<i>Se</i>	0,25±0,01	0,09 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,307 ± 0,009
<i>Sn</i>	0,26 ± 0,01	0,37 ± 0,07	0,1373 ± 0,0003	0,2793 ± 0,0005
<i>Sr</i>	130,7 ± 0,1	127 ± 10	139 ± 1	137 ± 3
<i>Pb</i>	0,40 ± 0,02	0,40 ± 0,18	0,45 ± 0,07	0,39 ± 0,08
<i>V</i>	0,11 ± 0,02	0,12 ± 0,02	0,144 ± 0,005	0,127 ± 0,008
<i>Zn</i>	16,7 ± 2,3	15,5 ± 1,4	26,8 ± 0,5	12,7 ± 1,1

\*Všechny naměřené hodnoty v tabulce jsou uvedeny v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

#### 4.1.1 Mn, Cu, Sr v listech révy vinné

V následujících grafech (1, 2) je porovnáno zastoupení manganu, mědi a stroncia v listech révy vinné. Mn, Cu, Sr představují nejvíce zastoupené prvky v analyzovaných listech.

#### *Mangan*

Mangan je desátým nejčastěji se vyskytujícím prvkem na zemi. Je nezbytný pro metabolismus rostlin. Vyskytuje se v přibližně 35 enzymech rostlinné buňky. Proteiny obsahující mangan se podílejí na tvorbě aromatických aminokyselin, ligninů, flavonoidů a fytohormonů. V sušině rostlin je průměrně zastoupen v množství 10 až 100  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . V listech révy vinné byly naměřeny podstatně vyšší koncentrace. Jeho vyšší koncentrace u odrůdy Rulandské modré

pocházející z IP, která vyplývá z grafu 2, může být způsobena jeho výskytem v půdě jako minerálu burelu ( $\text{MnO}_2$ ) nebo nižších oxidů ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ). Organické cheláty pocházející z mikrobiální činnosti, produkty degradace půdní organické hmoty, zbytky rostlin a kořenové exsudáty mohou tvořit komplexy kovů s kationty stopových prvků a tím zvyšovat rozpustnost a mobilitu kationtů manganu. Dostupnost manganu pro rostliny výrazně ovlivňuje pH půdy. Se snižujícím se pH se zvyšuje dostupnost manganu pro rostliny [48]. Nejvyšší naměřená koncentrace manganu byla  $448 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

### **Měď**

Koncentrace mědi v rostlinách se pohybuje v rozmezí 1 až  $20 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [64]. Obsah mědi byl naměřen pro listy odrůdy Rulandské modré pocházející z ekologické produkce  $408 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Koncentrace  $222 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  byla naměřena pro listy odrůdy Rulandské modré pocházející z integrované produkce. Koncentrace mědi  $860 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  byla naměřena pro listy odrůdy Sauvignon blanc pocházející z ekologického zemědělství a  $131 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  mědi pro integrovanou produkci.

Z naměřených hodnot vyplývá markantní rozdíl v koncentraci mědi v listech pěstovaných ekologickým a integrovaným způsobem zemědělství. Důvodem vysoké koncentrace mědi v listech pocházejících z ekologické produkce může být povolení vyšší koncentrace mědi v ochranných prostředcích. Limity mědi na použití v ochranných prostředcích jsou následující:

- 2 kg mědi na hektar za rok pro IP
- 6 kg mědi na hektar za rok pro EZ

V případě trvalých kultur lze šestikilogramový limit mědi překročit, pokud průměrné množství použité mědi v pětiletém období tvořeném daným rokem a čtyřmi předcházejícími roky nepřekračuje 6 kg. Měď je používána ve formě hydroxidu měďnatého, chlorid-oxidu měďnatého, (trojsytného) síranu měďnatého, oxidu měďného a oktanoátu měďnatého [60, 61].

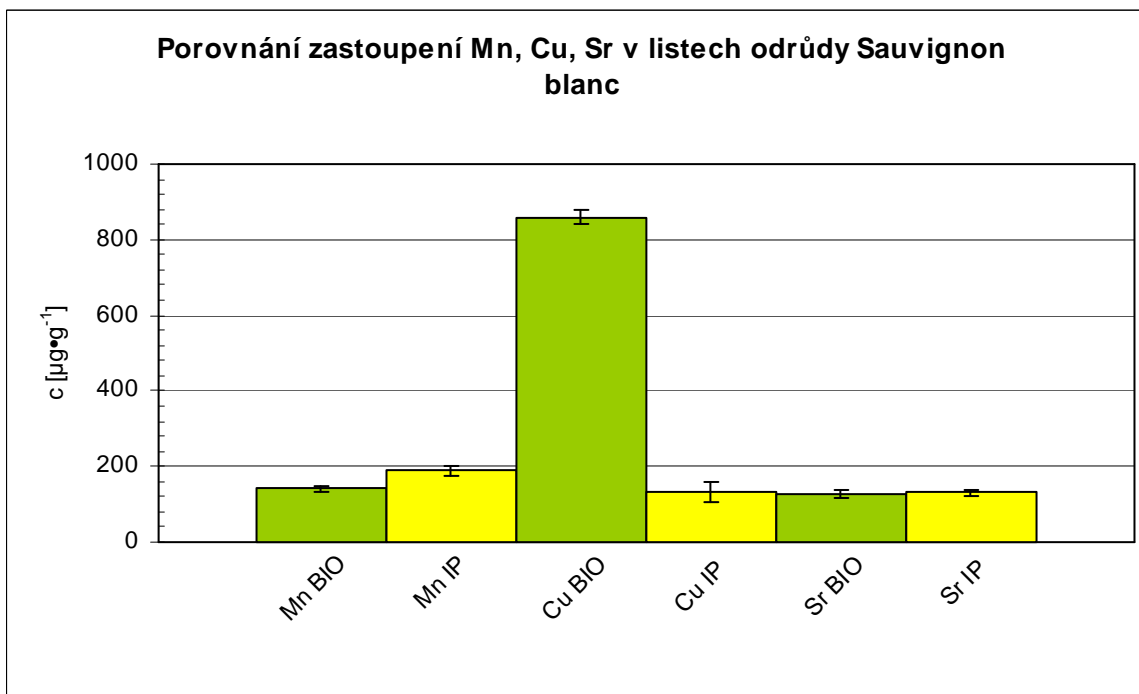
Při používání měďnatých ochranných prostředků se měď koncentruje v půdě a postupně se její množství zvyšuje. Rostliny zpracovávají měď jen stopově. Míra absorpce mědi rostlinami patří mezi nejnižší ze všech esenciálních prvků. Měď snižuje množství mikroorganismů v půdě. Zvyšováním pH v půdě dochází k silnější vazbě mědi v půdě. Transport mědi v rostlinách je omezený, proto nejvyšší koncentrace jsou v kořenech následně v listech a nejmenší koncentrace jsou v bobulích. Až 50% mědi rostlin je lokalizováno v chloroplastech, kde je vázáno na plastocyanin. Měď může být vázána také na bílkovinné frakce. Nejvyšší koncentrace mědi se obvykle objevují během fáze intenzivního růstu a vysokých dávek mědi v ochranných prostředcích. Akumulace mědi může být ovlivněna mnoha elementy. Vápenaté půdy s deficitem železa zvyšují akumulaci mědi v kořenech a výhoncích až čtyřnásobně. Požadované množství mědi a tím také akumulace mědi rostlinami se může výrazně lišit mezi různými druhy rostlin a mezi jednotlivými odrůdami, což může vysvětlovat nižší koncentraci mědi pro listy odrůdy Rulandské modré pocházející z ekologické produkce oproti listům odrůdy Sauvignon blanc (graf č. 2) [48].

Při léčbě červené odrůdy révy vinné Merlot přípravky na bázi mědi byla naměřena koncentrace mědi v listech  $279 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [48].

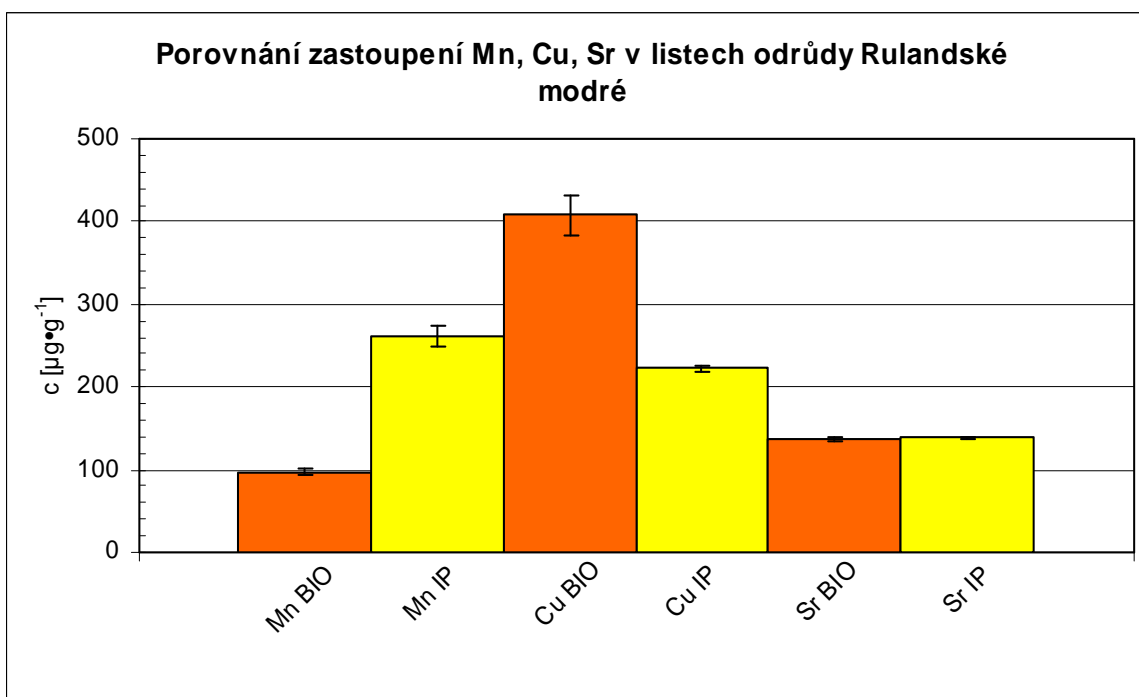
V listech pocházejících z konvenčního způsobu zemědělství ve Francii byla naměřena koncentrace mědi  $6,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [46].

## Stroncium

Jak vyplývá z grafu č. 1 koncentrace stroncia se u listů pocházejících z ekologické produkce příliš neodlišuje od listů pocházejících z integrované produkce. Stroncium je relativně málo toxické, i když sloučeniny stroncia jsou toxickejší než sloučeniny vápníku a hořčíku. Stroncium se špatně vstřebává, což snižuje akutní toxicitu [62].



Graf č. 1 Porovnání zastoupení Mn, Cu, Sr v listech odrůdy Sauvignon blanc



Graf č. 2 Porovnání zastoupení Mn, Cu, Sr v listech odrůdy Rulandské modré



#### 4.1.2 Ni, Zn, Ba v listech révy vinné

V následujících grafech (3, 4) je porovnáno zastoupení niklu, zinku a barya v listech révy vinné.

##### *Nikl*

Adekvátní koncentrace niklu v sušině rostlin se pohybuje v rozmezí 0,01 až 10 mg·kg<sup>-1</sup>. Naměřené hodnoty niklu v listech obou odrůd kolísají okolo hodnoty 10 μg·g<sup>-1</sup> jak pro IP tak pro EZ. Obsah niklu v rostlině závisí na jeho dostupnosti v půdě, pH, druhu a ročním období. Vyšší koncentraci niklu vykazují rostliny rostoucí na serpentinech. Při pH 6,7 většina niklu v půdě je přítomna jako těžko rozpustné hydroxylové skupiny. Zatímco při pH 6,5 většina sloučenin niklu je rozpustná a tím přístupná pro rostliny. Mobilita niklu je zvyšována kyselými dešti. Nikl má významný účinek na produktivitu rostlin, tím že fixuje ureu, která slouží jako primární zdroj dusíku [48].

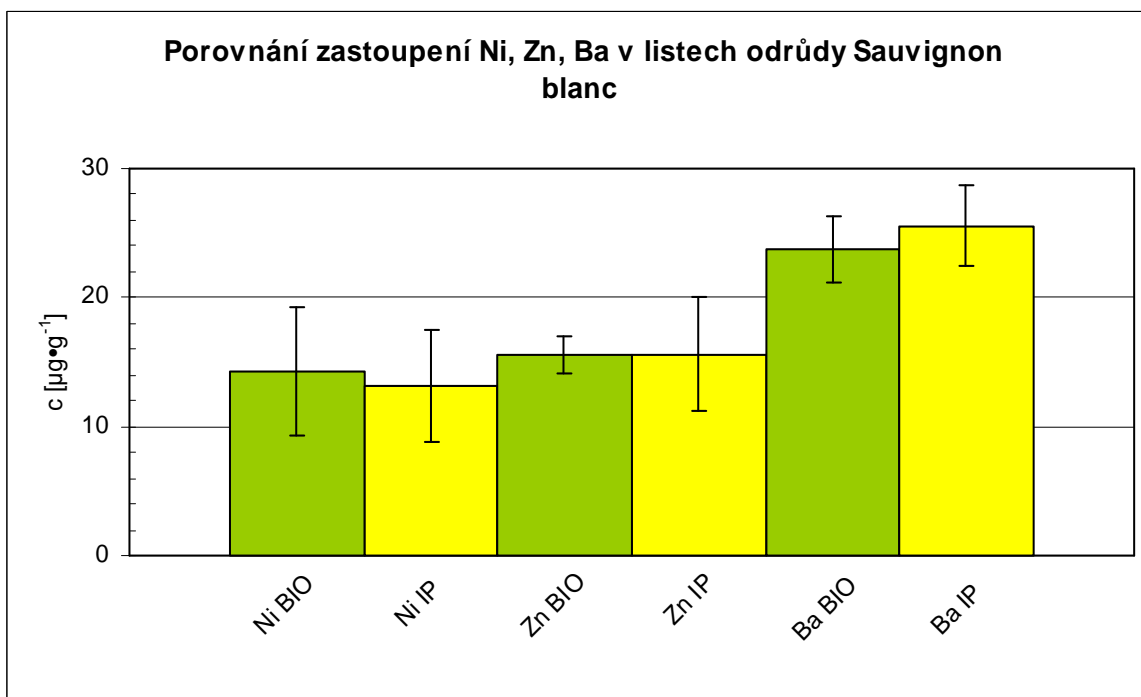
##### *Zinek*

Průměrná koncentrace zinku v sušině révy vinné se uvádí vyšší než 26 μg·g<sup>-1</sup>. Za nízkou koncentraci zinku je považován rozsah 15 až 26 μg·g<sup>-1</sup>. Deficience zinku v listech révy vinné nastává při koncentraci méně než 15 μg·g<sup>-1</sup> [48]. Ve vzorcích listů révy vinné byla naměřena nízká koncentrace zinku, jak vyplývá z grafu č. 3, 4. Nejvyšší koncentrace zinku 27 μg·g<sup>-1</sup> byla naměřena pro listy odrůdy Rulandské modré IP. Nebyly naměřeny rozdíly v koncentraci zinku mezi ekologickou a integrovanou produkcí.

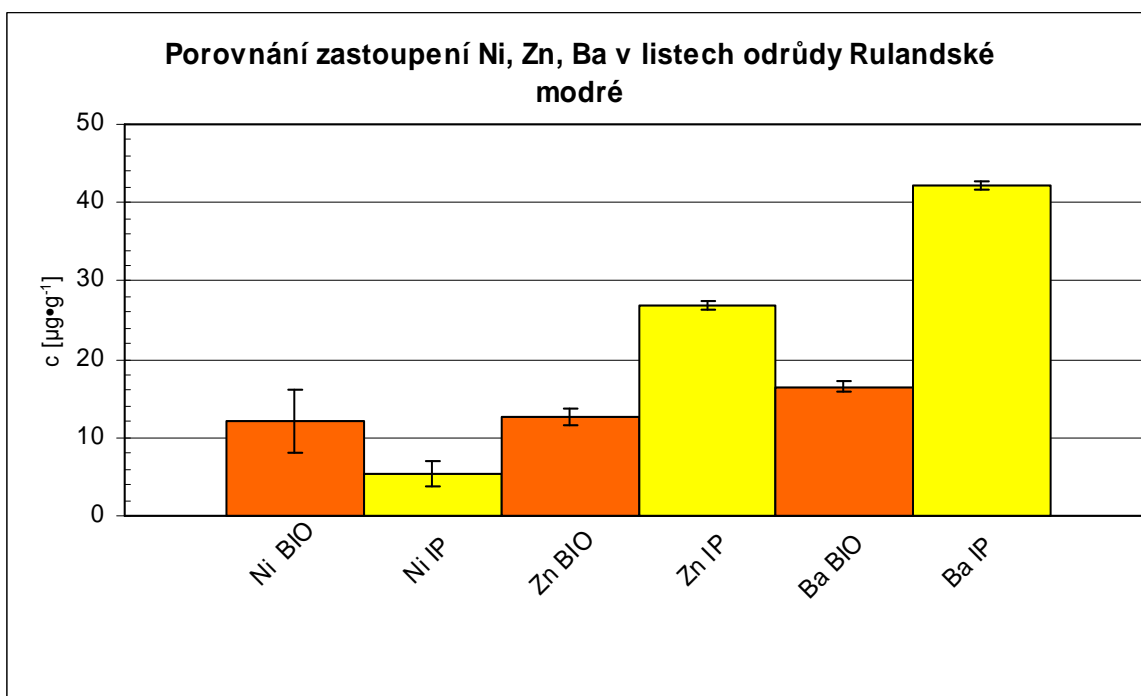
V půdě je obsažen zinek v různých formách. V nevýměnné formě je zinek vázán v mřížce různých minerálů (biotit, augit atd.) nebo je součástí nerozpustných sloučenin, jako např. Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> včetně jeho vodnatých forem Zn(OH)<sub>2</sub>, ZnCO<sub>3</sub> aj. Obsah výměnného zinku v půdě závisí na obsahu koloidů, aktivních fosforečných iontů, ale také na hodnotě pH [50].

##### *Baryum*

Baryum není esenciální prvek pro rostliny. Obecně nedochází k jeho hromadění v rostlinách v množství toxickém pro zvířata. Průměrná koncentrace barya v půdě je 500 mg·kg<sup>-1</sup>. Vyšší koncentrace barya vykazují půdy, kde jsou přítomny vápence, živce, slídy a břidlice. V důsledku tvorby nerozpustných solí barya je jeho mobilita v půdě velmi nízká. V kyselém prostředí může docházet k přeměně nerozpustných sloučenin na rozpustné a tím ke zvýšení mobility barya. I přes relativně vysoké koncentrace barya v půdách se jen omezené množství barya hromadí v rostlinách [8, 65]. Nejvyšší naměřená koncentrace barya v listech byla 42 μg·g<sup>-1</sup>, která byla naměřena u odrůdy Rulandské modré IP. Např. v listech tabáku se koncentrace barya pohybuje v rozmezí 88 až 293 mg·kg<sup>-1</sup>, v kapradinách 18 mg·kg<sup>-1</sup>, 14 mg·kg<sup>-1</sup> u krytosemenných rostlin [65].



*Graf č. 3 Porovnání zastoupení Ni, Zn, Ba v listech odrůdy Sauvignon blanc*



*Graf č. 4 Porovnání zastoupení Ni, Zn, Ba v listech odrůdy Rulandské modré*

### 4.1.3 V, Cr, Co, Se a Mo v listech révy vinné

V následujících grafech (3, 4) je porovnáno zastoupení vanadu, chromu, kobaltu, selenu a molybdenu v listech révy vinné.

#### **Vanad**

Koncentrace vanadu v sušině rostlin se pohybuje v rozmezí 0,27 až 4,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Jak vyplývá z grafu č. 6, 7 koncentrace vanadu byly velmi nízké. Mezi vzorky listů pocházející z ekologické a integrované produkce nebyly významné rozdíly. Nejvyšší naměřená koncentrace vanadu byla 0,19 μg·g<sup>-1</sup> pro listy odrůdy Rulandské modré BIO. Vanad působí jako inhibitor protonové pumpy v rostlinách, může vyvolávat nedostatek železa, přesto stopové koncentrace vanadu působí prospěšně na růst rostlin [48].

#### **Chrom**

Nejvyšší koncentrace chromu byla 0,55 μg·g<sup>-1</sup>. Koncentrace chromu je závislá na obsahu jeho rozpustných sloučenin v půdách [63].

Zvýšené dávky chromu mohou vykazovat suroviny, které přišly do styku s nerezavějící ocelí. Při přípravě vzorku byly používány inertní materiály (plast, keramika), proto lze usuzovat, že analyzovaný vzorek chromem kontaminován nebyl.

#### **Kobalt**

Na příjem kobaltu má vliv pH půdy. S klesajícím pH se kobalt stává přístupnější pro rostliny. Redukční podmínky ve špatně odvodněných půdách zvyšují uvolňování kobaltu. Vápnění snižuje mobilitu kobaltu v půdě. Přítomnost humusu usnadňuje akumulaci kobaltu v půdě, ale snižuje jeho absorpci rostlinami. Vysoký obsah manganu v půdě brání hromadění kobaltu rostlinami. Kobalt zvyšuje odolnost rostlin proti vodnímu stresu, má vliv na akumulaci alkaloidů, inhibuje syntézu ethylenu, působí na oddálení senescence listů aj.

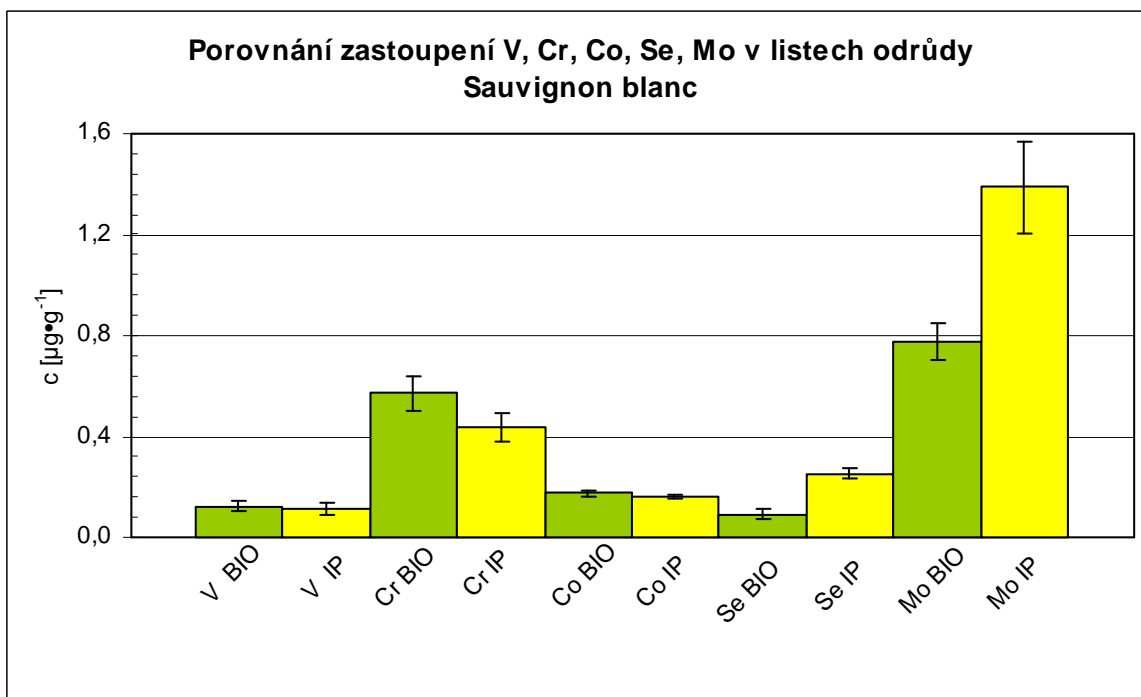
Koncentrace kobaltu u vyšších rostlin např. u píce se pohybuje v rozmezí 0,6 až 3,5 μg·g<sup>-1</sup>, rýže (*Oryza sativa L.*) 0,02 až 0,150 μg·g<sup>-1</sup>. Intenzita příjmu a distribuce kobaltu v rostlinách je závislá na druhu [48]. Nejvyšší koncentrace kobaltu 0,17 μg·g<sup>-1</sup> byla naměřena v listech odrůdy Sauvignon blanc BIO.

#### **Selen**

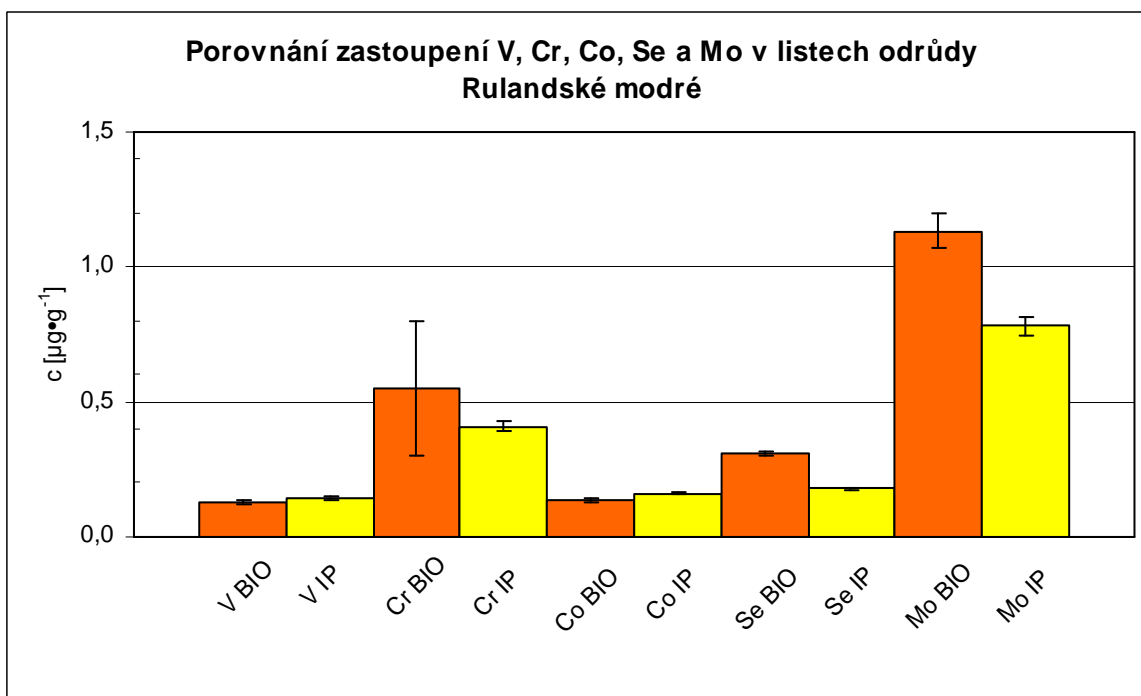
Za nízkou koncentrací selenu v listech révy vinné se považuje rozsah 0,02 až 0,12 μg·g<sup>-1</sup>. Vysoká koncentrace selenu je dána koncentrací 10,4 μg·g<sup>-1</sup>. Nejvyšší naměřená koncentrace selenu byla 0,31 μg·g<sup>-1</sup>. Selen se vyskytuje v nejvyšších koncentracích v povrchových vrstvách půdy, kde se nachází vysoké množství organické hmoty. Příjem selenu rostlinami závisí na pH a teplotě. Selen působí na stimulaci růstu [48].

#### **Molybden**

Koncentrační rozsah molybdenu u většiny rostlin je 0,2 až 2 μg·g<sup>-1</sup>. Naměřené koncentrace molybdenu v listech révy vinné se pohybují v tomto rozmezí. Nejvyšší naměřená koncentrace byla 1,39 μg·g<sup>-1</sup>. Půdy s výskytem žuly, vápence, břidlice a s vysokým obsahem organické hmoty jsou obvykle bohaté na molybden. Se zvyšováním alkality a snižováním zrnitosti půdy se zvyšuje množství dostupného molybdenu v půdě. Nedostatek molybdenu je typický pro hrubě zrnité, zvětralé a kyselé půdy [48].



Graf č. 3 Porovnání zastoupení V, Cr, Co, Se, Mo v listech odrůdy Sauvignon blanc



Graf č. 4 Porovnání zastoupení V, Cr, Co, Se, Mo v listech odrůdy Rulandské modré

#### 4.1.4 Cd, Pb, As a Sn v listech révy vinné

V následujících grafech (5, 6) je porovnáno zastoupení kadmia, olova, arsenu a cínu v listech révy vinné.

##### *Kadmium*

Obsah tohoto toxického prvku byl nejvyšší u odrůdy Sauvignon blanc BIO 0,03  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . V nízkých koncentracích je kadmium součástí všech rostlinných tkání. Příčina toxicity kadmia je spojována s narušením enzymatické rovnováhy a syntézy antokyanu. Chlorofyl se vyznačuje schopností koncentrovat kadmium. Vyšší příjem kadmia z půdy nastává při kyselém pH. Mezi rostliny citlivé ke kadmiu patří špenát, sója, kořenové zeleniny. Obecně vegetativní části rostlin obsahují vyšší množství kadmia než plody [63].

Vyhláška 305/ 2004 Sb. stanovuje NPM kadmia ve víně, kde se za bezpečný obsah kadmia považuje maximálně 0,05  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Naměřená koncentrace kadmia v listech již splňuje uvedený bezpečný obsah [44].

##### *Olovo*

Nejvyšší koncentrace olova byla naměřena v listech odrůdy Rulandské modré IP 0,46  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Olovo je přítomno ve všech rostlinách. Jeho běžný obsah se pohybuje v rozmezí 2 až 3  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Příjem olova rostlinou ovlivňuje pH a teplota. V malých koncentracích stimuluje růst. Při vyšších koncentracích olova v pletivech rostlin dochází k narušení metabolismu vápníku, inhibici enzymatických systémů, omezení příjmu vody aj. V bezprostřední blízkosti komunikací může obsah olova dosáhnout 100 až 500  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  [63].

V listech pocházejících z konvenčního způsobu zemědělství ve Francii byla naměřena koncentrace olova 0,8  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [48].

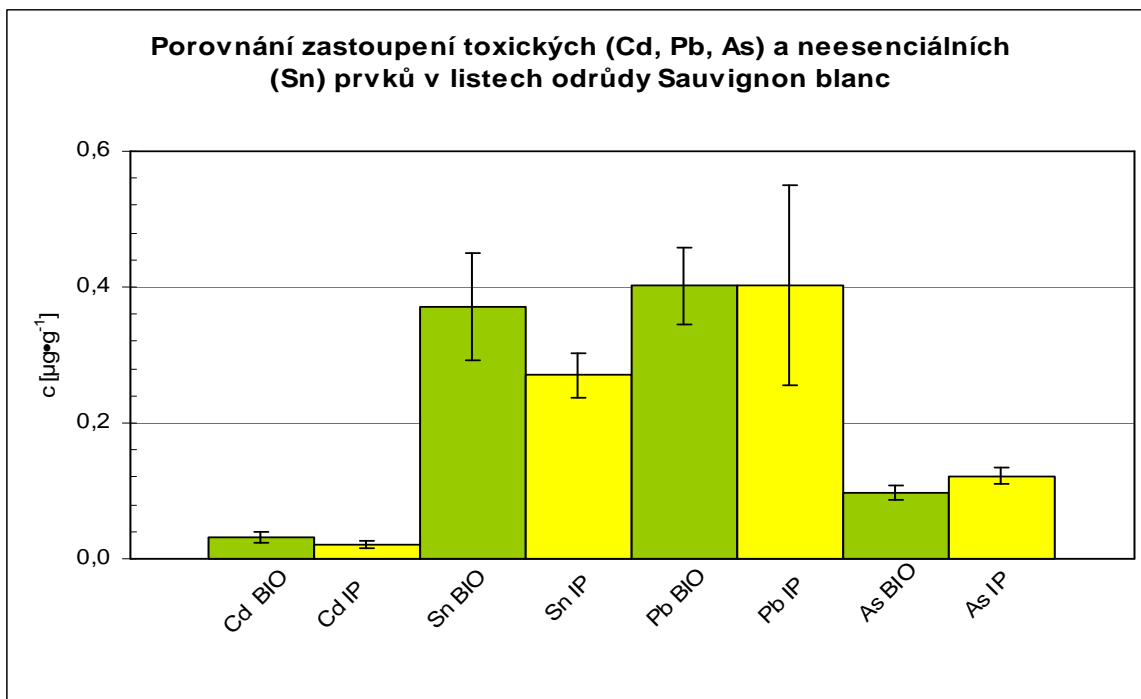
##### *Arsen*

Nejvyšší koncentrace arsenu byla naměřena v listech odrůdy Sauvignon blanc IP 0,12  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Arsen je součástí mnoha rostlin. Přirozeně se vyskytuje v koncentraci od 0,09 do 1,5  $\mu\text{g}/\text{g}$  na sušinu. Neexistuje důkaz o esencialitě arsenu pro rostliny, přesto v nízkých koncentracích stimuluje růst rostliny [63].

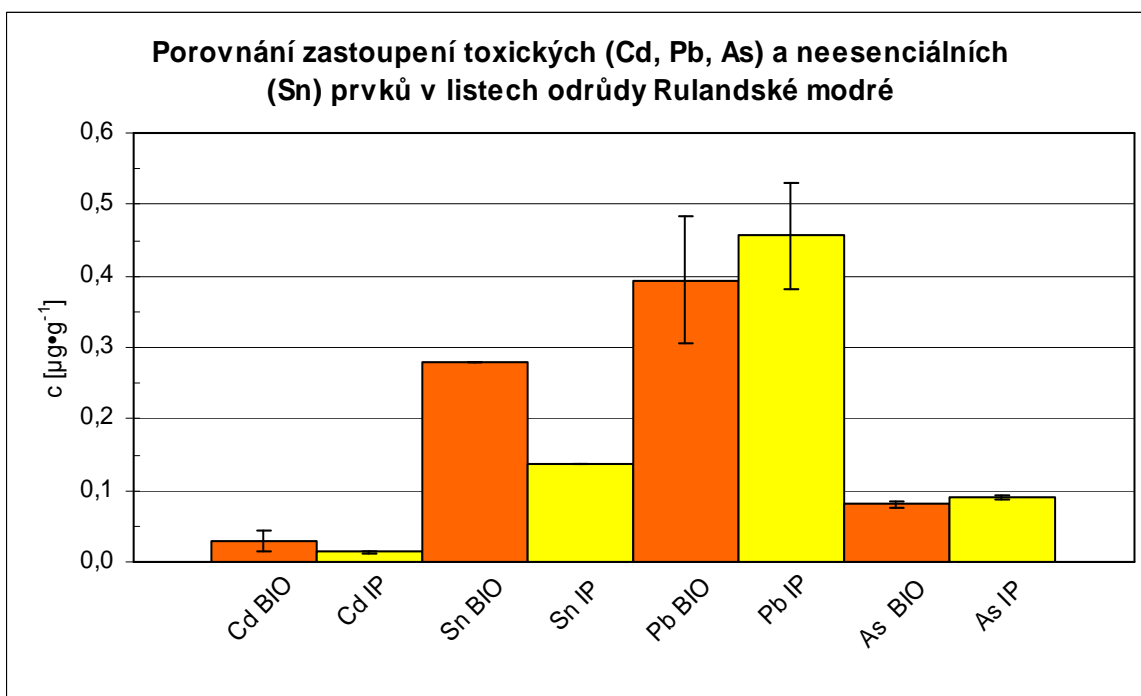
NPM arsenu pro ovoce a ovocné šťávy stanovuje vyhláška 305/ 2004 Sb. na 0,2  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Koncentrace naměřená v listech již tuto podmínku splňuje [44].

##### *Cín*

Nejvyšší naměřená koncentrace cínu byla 0,37  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  u odrůdy Sauvignon blanc. Cín nepatří mezi esenciální prvky pro rostliny.



Graf č. 5 Porovnání zastoupení Cd, Pb, As, Sn v listech odrůdy Sauvignon blanc



Graf č. 6 Porovnání zastoupení Cd, Pb, As, Sn v listech odrůdy Rulandské modré

## 4.2 Výsledky analýzy bobulí révy vinné a grafické zpracování

### 4.2.1 Mn, Cu, Zn, Sr v bobulích révy vinné

Mangan, měď, zinek a stroncium představují nejvíce zastoupené prvky v bobulích révy vinné. Naměřené výsledky jsou zaznamenány v grafech (7, 8) a v tabulkách 12, 13.

Tabulka 12 Koncentrace analyzovaných kovů ve slupkách révy vinné

	<i>Analyzované odrůdy révy vinné</i>			
	<i>Sauvignon blanc IP</i>	<i>Sauvignon blanc BIO</i>	<i>Rulandské modré IP</i>	<i>Rulandské modré BIO</i>
As	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ba	0,77 ± 0,05	0,69 ± 0,05	1,87 ± 0,07	0,75 ± 0,03
Cd	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Co	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Cr	0,097 ± 0,011	0,248 ± 0,015	0,18 ± 0,06	0,091 ± 0,005
Cu	3,27 ± 0,25	6,5 ± 0,5	5,7 ± 0,4	11,2 ± 1,3
Mn	3,14 ± 0,07	2,96 ± 0,08	3,96 ± 0,23	3,26 ± 0,22
Mo	0,83 ± 0,03	0,57 ± 0,03	0,83 ± 0,05	0,55 ± 0,16
Ni	1,48 ± 0,04	1,07 ± 0,05	0,17 ± 0,06	0,58 ± 0,12
Se	0,311 ± 0,001	0,239 ± 0,016	0,34 ± 0,02	0,24 ± 0,05
Sn	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Sr	3,27 ± 0,13	2,72 ± 0,16	4,9 ± 0,2	5,1 ± 0,4
Pb	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
V	0,008 ± 0,001	0,008 ± 0,003	< LOD	< LOD
Zn	1,5 ± 0,6	1,4 ± 0,4	2,21 ± 0,23	1,8 ± 0,3

Tabulka 13 Koncentrace analyzovaných kovů v celých bobulích révy vinné

	<i>Analyzované odrůdy révy vinné</i>			
	<i>Sauvignon blanc IP</i>	<i>Sauvignon blanc BIO</i>	<i>Rulandské modré IP</i>	<i>Rulandské modré BIO</i>
As	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Ba	1,16 ± 0,15	1,13 ± 0,11	3,26 ± 0,07	0,75 ± 0,07
Cd	< LOD	< LOD	< LOD	0,021 ± 0,001
Co	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Cr	0,24 ± 0,03	0,26 ± 0,04	0,23 ± 0,09	0,17 ± 0,06
Cu	5,08 ± 0,17	6,76 ± 0,28	6,6 ± 0,6	16,3 ± 0,3
Mn	3,1 ± 0,3	2,96 ± 0,06	6,1 ± 0,1	5,8 ± 0,9
Mo	1,08 ± 0,06	0,87 ± 0,04	1,37 ± 0,08	0,838 ± 0,009
Ni	1,4 ± 0,2	1,1 ± 0,6	1,01 ± 0,45	1,3 ± 0,4
Se	0,363 ± 0,017	0,31 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,34 ± 0,01
Sn	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

<i>Koncentrace analyzovaných kovů v celých bobulích révy vinné (pokračování)</i>				
<i>Sr</i>	4,1 ± 0,4	3,25 ± 0,22	6,94 ± 0,09	6,5 ± 0,1
<i>Pb</i>	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<i>V</i>	0,011 ± 0,003	0,013 ± 0,003	0,009 ± 0,002	0,03 ± 0,01
<i>Zn</i>	1,9 ± 0,7	1,7 ± 0,3	3,6 ± 1,1	1,87 ± 0,21

\*Všechny naměřené koncentrace v tabulkách 12, 13 jsou uvedeny v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

### ***Mangan***

Nejvyšší naměřená koncentrace manganu byla  $6,13 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla zjištěna v bobulích odrůdy Rulandské modré IP. Nejvyšší koncentrace v BIO produkci byla naměřena v bobulích odrůdy Rulandské modré  $5,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Nebyl zjištěn rozdíl v koncentraci manganu mezi IP a BIO produkcí. Dlouhodobý deficit manganu se může projevit zpomaleným růstem, abnormálním vývojem a poškozením reprodukční funkce [1, 2].

Mezi ovoce s vysokým obsahem manganu patří lesní ovoce. Borůvky obsahují 23 až  $48 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  manganu. AIs (přiměřená a bezpečná denní dávka) manganu je 1,2 až 2,6 mg/den [1].

### ***Měď***

Hodnota  $16,37 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  byla naměřená v bobulích odrůdy Rulandské modré BIO, což byla nejvyšší naměřená koncentrace mědi. Koncentrace  $5,08 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  byla naměřena v bobulích odrůdy Sauvignon blanc IP, což byla nejnižší naměřená koncentrace mědi. Příčinou vyšší koncentrace mědi v BIO bobulích je povolení vyššího množství celkové mědi v ochranných prostředcích používaných v ekologickém vinohradnictví.

Nedostatek mědi je vzácný a způsobuje Menkesovu chorobu vyznačující se „kinky-hair“. Dlouhodobá nízká hladina se projevuje vyšší hladinou cholesterolu v krvi, změnami srdečního rytmu, poruchami krvetvorby a snížením glukózová tolerance. Doporučená denní dávka mědi je 340 až 1300  $\mu\text{g}/\text{den}$  [1, 2]. V bobulích pocházejících z konvenčního způsobu zemědělství ve Francii byla naměřena koncentrace mědi v bobulích  $4,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [46].

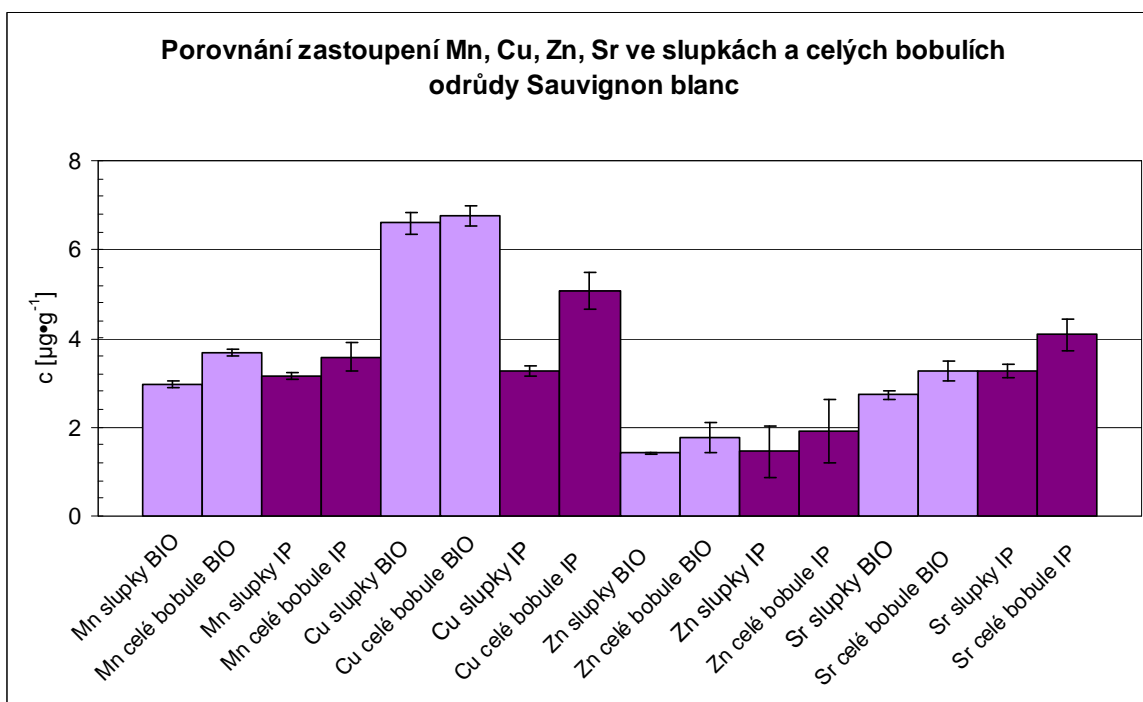
### ***Zinek***

Nejnižší koncentrace zinku byla naměřena u odrůdy Rulandské modré BIO, a to  $1,18 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Nejvyšší potom  $1,92 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  v bobulích odrůdy Sauvignon blanc IP.

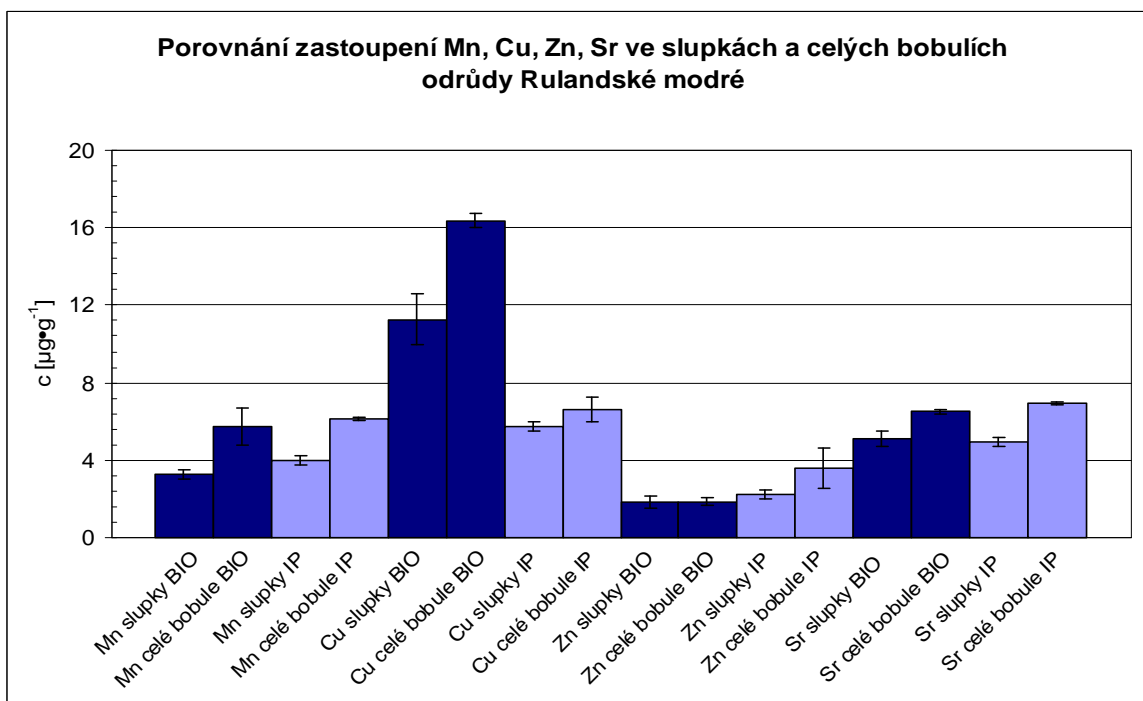
Nedostatek zinku vede ke zpomalení růstu, narušení imunitního systému, poruchám hojení ran, vypadávání vlasů, šerosleposti, poruchám gastrointestinálního traktu a centrálního nervového systému. Doporučená denní dávka zinku je 3 až 13  $\mu\text{g}/\text{den}$  [1].

Vyhláška 305/2004 Sb. stanovuje NPM nejvyšší přípustná množství v ovocných šťávách, kde nesmí obsah zinku překročit  $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .





Graf č. 7 Porovnání zastoupení Mn, Cu, Zn, Sr ve slupkách a celých bobulích odrůdy Sauvignon blanc



Graf č. 8 Porovnání zastoupení Mn, Cu, Zn, Sr ve slupkách a celých bobulích odrůdy Rulandské modré

### 4.3 Ni, Cr, Ba, Mo v bobulích révy vinné

Naměření výsledky Ni, Cr, Ba, Mo jsou zaznamenány v grafech 9, 10.

#### *Nikl*

Obecně se udává, že ovoce obsahuje nízký obsah niklu (setiny  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) [1]. V bobulích révy vinné byly naměřeny vyšší hodnoty o 2 řády. Nejvyšší naměřená koncentrace niklu byla  $1,49 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla naměřena v bobulích odrůdy Sauvignon blanc IP. Denní dávka niklu se pohybuje v rozmezí 100 až 700  $\mu\text{g}$  [1]. Mezi hlavní zdroje, které mohou být příčinou kontaminace vzorku niklem je voda (zejména, ta která zůstává přes noc v kohoutku a kuchyňské náčiní). Vzhledem k tomu, že při přípravě vzorku byla použita ultračistá deionizovaná voda a materiály z plastu a keramiky, lze vyloučit, že by byly bobule révy vinné kontaminovány niklem při přípravě vzorku [67].

#### *Chrom*

V rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy je stanovena mezní hodnota chromu v ovoci a révě vinné na  $0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Nejvyšší koncentrace chromu v rámci IP byla  $0,24 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla zjištěna u odrůdy Sauvignon blanc IP. Při přípravě vzorku byly používány inertní materiály (plast, keramika), proto lze usuzovat, že analyzovaný vzorek chromem kontaminován nebyl [45].

Doporučená denní dávka chromu je 11 až 45  $\mu\text{g}$ . Vyšší dávky chromu působí preventivně proti diabetu. Nedostatek se může projevit u starých lidí a podvyživených dětí, kteří přijímají málo minerálních látek v potravě [1].

#### *Baryum*

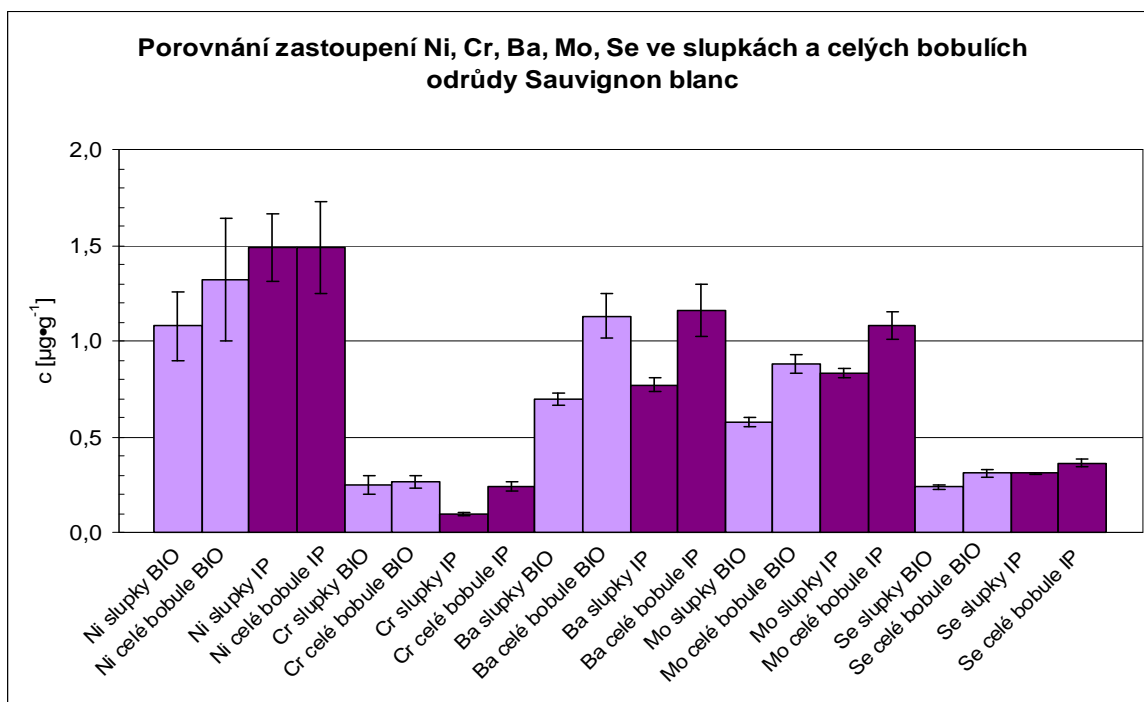
Koncentrace barya v bobulích se pohybovala kolem hodnoty  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Výjimku tvořily bobule odrůdy Burgundské modré IP, kde nejvyšší naměřená koncentrace barya dosáhla hodnoty  $3,27 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Ovoce obsahuje nízké koncentrace barya (setiny  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) [65]. V bobulích byly naměřeny hodnoty o 2 řády vyšší.

#### *Molybden*

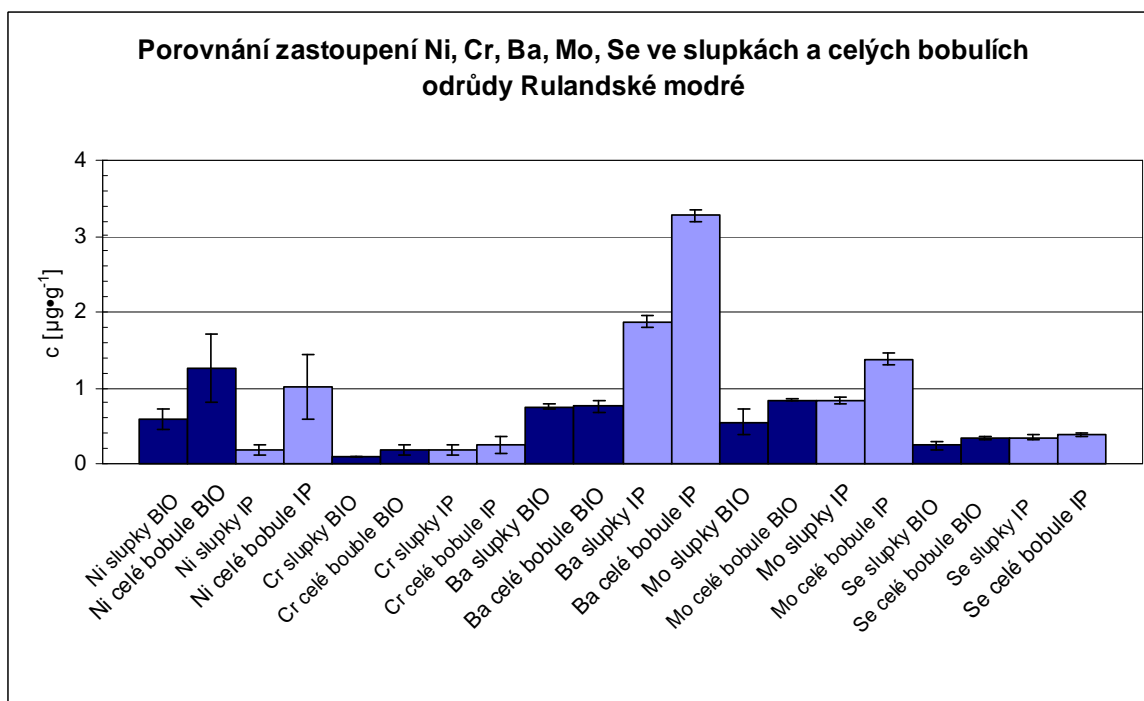
Běžně se uvádí, že ovoce obsahuje nízký obsah molybdenu ( $< 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) [1]. Naměřené koncentrace molybdenu se pohybovaly v desetinách  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Výjimkou byla nejvyšší naměřená koncentrace molybdenu  $1,37 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla naměřena v bobulích odrůdy Rulandské modré IP. AIs molybdenu je stanovena na 70 až 50  $\mu\text{g}/\text{g}$  [1].

#### *Selen*

Nejvyšší naměřená koncentrace selenu byla  $0,39 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla zjištěna v bobulích odrůdy Rulandské modré IP. Vegetace z lokalit s vysokým obsahem selenu může obsahovat až desítky  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  selenu. Většinou však obsah selenu nepřekračuje  $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Doporučená denní dávka selenu se pohybuje v rozmezí 20 až 70  $\mu\text{g}$  [1].



Graf č. 9 Porovnání zastoupení Ni, Cr, Ba, Mo, Se ve slupkách a celých bobulích odrůdy Sauvignon blanc



Graf č. 10 Porovnání zastoupení Ni, Cr, Ba, Mo, Se ve slupkách a celých bobulích odrůdy Rulandské modré

#### 4.4 V, Co, Pb, Cd, As, Sn v bobulích révy vinné

Porovnání toxických a ostatních prvků může být viděno v grafech 11, 12.

##### *Toxické prvky*

###### *Olovo*

V hroznech se pohybuje obsah olova v rozmezí 0,012 až 0,024 mg·kg<sup>-1</sup> [1]. Nejnižší naměřená koncentrace olova byla 0,021 μg·g<sup>-1</sup>, která byla naměřena v bobulích odrůdy Sauvignon blanc BIO. Nejvyšší koncentrace olova 0,115 μg·g<sup>-1</sup> byla naměřena v bobulích odrůdy Rulandské modré IP. V rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy je stanovena mezní hodnota olova v ovoci a révě vinné na 0,4 mg·kg<sup>-1</sup>. Ve všech vzorcích bobulí pocházejících z IP byla naměřena koncentrace olova nižší. Podle nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek, nesmí obsah olova v bobulovinách a drobném ovoci přesáhnout 0,2 mg·kg<sup>-1</sup> [1, 45].

Tolerovaná denní dávka olova je 500 μg (při tělesné hmotnosti 70 kg). Konečné množství olova je závislé na jeho obsahu v půdě a v ovzduší dané pěstitelské lokality. Mobilita olova v půdě vzrůstá v kyselém a oxidačním prostředí [1].

###### *Kadmium*

V hroznech se pohybuje obsah kadmia v rozmezí 0,001 až 0,002 μg·g<sup>-1</sup> [1]. Výskyt kadmia v ovoci je závislý zejména na obsahu tohoto prvku v půdě. V rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy je stanovena mezní hodnota kadmia v ovoci a révě vinné na 0,03 mg·kg<sup>-1</sup>. Koncentrace kadmia v bobulích se pohybovaly v tisícinách μg·g<sup>-1</sup>. Pouze v bobulích odrůdy Rulandské modré BIO byla naměřena koncentrace 0,02 μg·g<sup>-1</sup>. Vyhláška 305/2004 Sb. stanovuje NPM tohoto kovu v nealkoholických nápojích, pivu a vínu, kde se za bezpečný obsah kadmia považuje maximálně 0,05 mg·kg<sup>-1</sup> [1, 44, 45].

###### *Arsen*

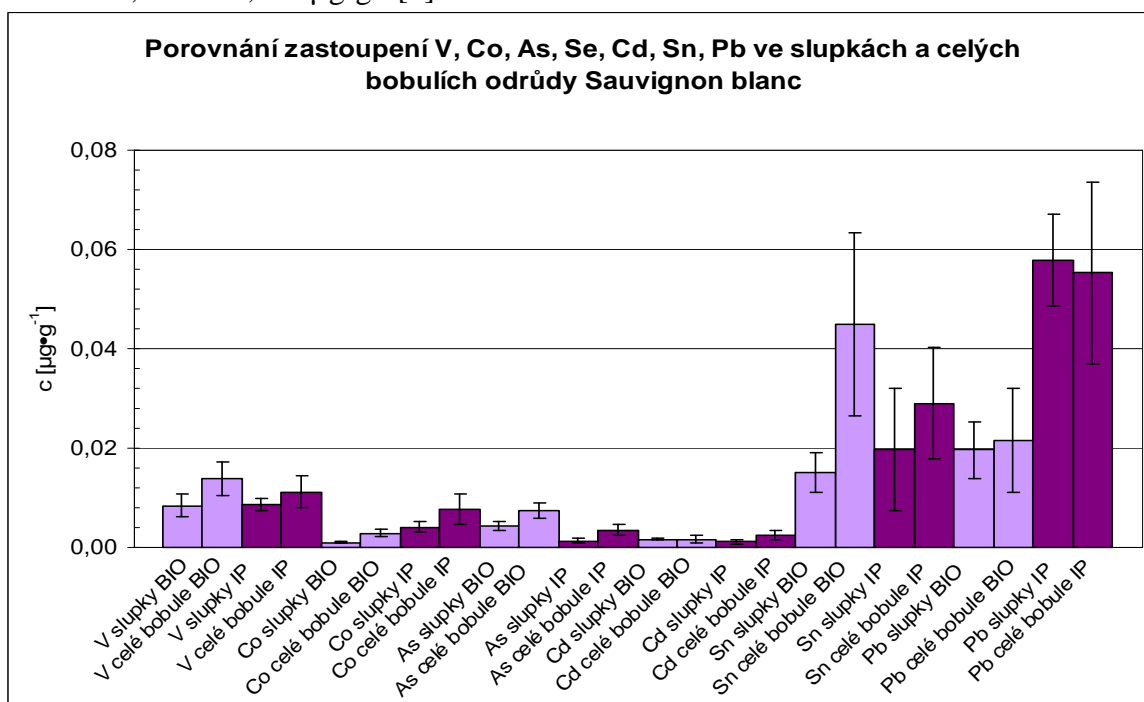
V hroznech se pohybuje obsah arsenu v rozmezí 0,01 až 0,16 μg·g<sup>-1</sup> [1]. Pokud se množství arsenu v plodině přibližuje desítkám μg·g<sup>-1</sup>, lze hovořit o vyšším obsahu tohoto prvku. V rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy je stanovena mezní hodnota arsenu v ovoci a révě vinné na 0,03 μg·g<sup>-1</sup>. Množství tohoto prvku se ve vzorcích bobulí pohybovalo v tisícinách μg·g<sup>-1</sup>. Podle vyhlášky 305/2004 Sb. je nejvyšší přípustné množství arsenu v ovoci a ovocných šťávách 0,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Arsen je dostatečně mobilní v neutrální až zásadité půdě [1, 44, 45].

##### *Ostatní prvky*

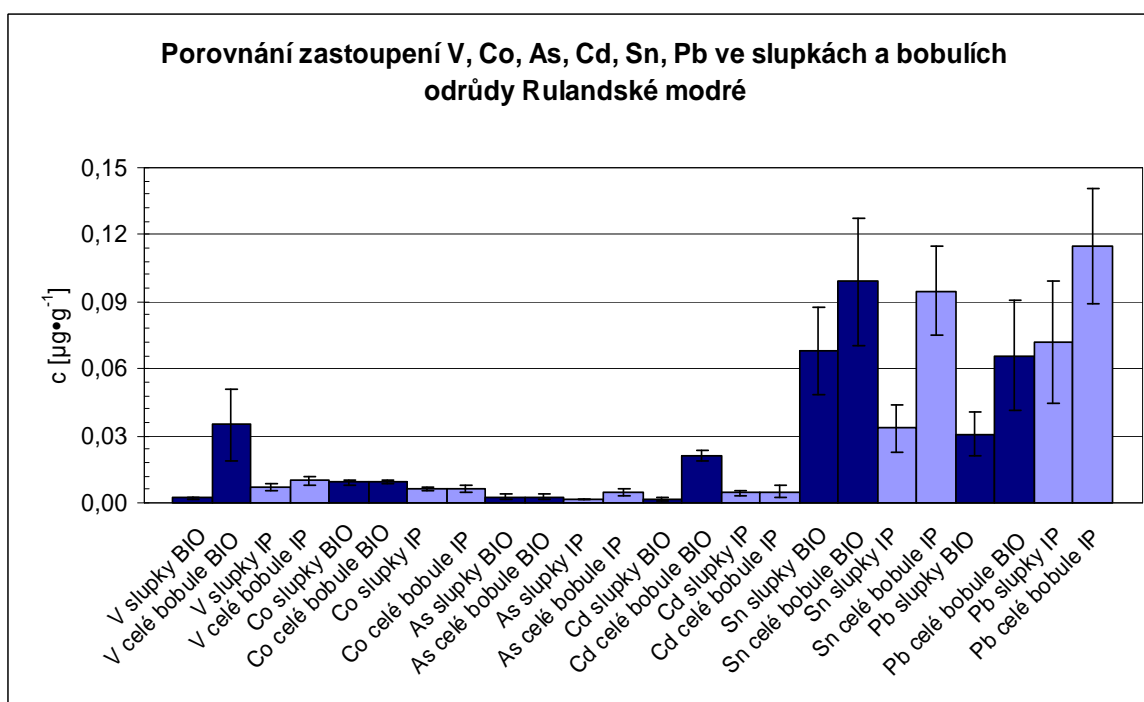
Koncentrace cínu v běžně konzumovaných potravinách bývá velmi nízká a zpravidla nepřesáhne 1 μg·g<sup>-1</sup>. Ve vzorcích bobulí révy vinné se množství cínu pohybovalo v setinách μg·g<sup>-1</sup>. Koncentrace cínu nepřesáhla limit detekce, který byl pro cín 0,109 μg·g<sup>-1</sup>. Lze potvrdit, že při pěstování nebyly použity fungicidy s obsahem cínu [1].

Potraviny obsahují velmi málo vanadu, u ovoce bývá koncentrace tohoto prvku nižší než 1 až 5 μg·g<sup>-1</sup>. Nejvyšší naměřená koncentrace vanadu byla 0,01 μg·g<sup>-1</sup>, která byla stanovena v bobulích odrůdy Sauvignon blanc IP. Skutečná denní dávka vanadu se pohybuje v rozmezí 10 až 30 μg [1]. Nejvyšší koncentrace kobaltu byla 0,009 μg·g<sup>-1</sup>. Skutečná denní dávka

kobaltu se pohybuje v rozmezí 5 až 8  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [1]. V jablkách se pohybuje koncentrace kobaltu v rozmezí 0,001 až 0,005  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  [1].



Graf 11 Porovnání zastoupení V, Co, As, Cd, Sn, Pb ve slupkách a celých bobulích odrůdy Sauvignon blanc



Graf 12 Porovnání zastoupení V, Co, As, Cd, Sn, Pb ve slupkách a celých bobulích odrůdy Rulandské modré

#### 4.5 Analyzované prvky v bobulích révy vinné sušených v celku

V tabulce 14 jsou zaznamenány koncentrace (v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) jednotlivých kovů ve vzorcích bobulí, které byly sušeny v celku a vypeckovány byly až po usušení. Koncentrace prvků se pohybovaly ve stejném a vyšším rozmezí než u vzorků bobulí sušených bez pecek. Např. nejvyšší koncentrace mědi byla  $26 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Obecně víno je tolerantní k vysokým dávkám mědi, protože v hlubokých kořenech má poměrně široké spektrum potenciálních buněčných mechanismů, které se zapojují do detoxikace těžkých kovů. Koncentrace mědi ve víně je přibližně 6 až 19 krát nižší než v bobulích, protože měď pohlcena vinnou révou je eliminována při výrobním procesu. Celková koncentrace mědi v hroznech reprezentuje polovinu až pětinu mědi determinovanou v 0 až 20 cm vrstvě půdy. Nejvyšší naměřená koncentrace zinku  $8,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , která byla naměřena u odrůdy Rulandské modré IP, byla až 4 krát vyšší než u ostatních vzorků bobulí. Vyhláška 305/2004 Sb. stanovuje NPM nejvyšší přípustná množství v ovocných šťávách, kde nesmí obsah zinku překročit  $5,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Snížené koncentrace kovů ve šťávě lze očekávat, vzhledem k tomu, že při přípravě šťávy dojde ke ztrátě pevného podílu. Tím plod přijde o řadu minerálních a stopových prvků, které jsou obsaženy ve slupce a v pecičkách. Takovýto obsah zinku byl však zjištěn i v jiných studiích, např. Chopin *et al.* udává obsah zinku v hroznech pocházejících z konvenčního zemědělství  $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Bobule mají velmi nízké koncentrace kadmia, arsenu a cínu. Množství olova je o něco vyšší. Důvodem vyšších naměřených koncentrací prvků v bobulích sušených v celku než v bobulích vypeckovaných před sušením může být přítomnost zbytků semen v analyzovaných vzorcích a v semenech je koncentrace většiny stopových prvků nejvyšší [31, 32].

Tabulka 14 Výsledné koncentrace bobulí sušených v celku

	<i>Analyzované odrůdy bobulí sušených v celku</i>			
	<i>Sauvignon blanc IP</i>	<i>Sauvignon blanc BIO</i>	<i>Rulandské modré IP</i>	<i>Rulandské modré BIO</i>
<i>As</i>	$0,007 \pm 0,001$	$0,011 \pm 0,002$	$0,008 \pm 0,002$	$0,141 \pm 0,002$
<i>Ba</i>	$1,32 \pm 0,01$	$1,1 \pm 0,1$	$3,57 \pm 0,07$	$1,71 \pm 0,07$
<i>Cd</i>	$0,011 \pm 0,005$	$0,0024 \pm 0,0004$	$0,006 \pm 0,002$	$0,0281 \pm 0,0005$
<i>Co</i>	$0,009 \pm 0,002$	$0,117 \pm 0,002$	$0,0063 \pm 0,0009$	$0,026 \pm 0,003$
<i>Cr</i>	$0,36 \pm 0,08$	$0,27 \pm 0,05$	$2,4 \pm 0,8$	$0,34 \pm 0,08$
<i>Cu</i>	$5,4 \pm 0,1$	$10,6 \pm 0,2$	$14,8 \pm 0,6$	$26 \pm 1$
<i>Mn</i>	$3,7 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,2$	$11,5 \pm 0,2$	$9,1 \pm 0,2$
<i>Mo</i>	$1,22 \pm 0,03$	$0,96 \pm 0,02$	$1,04 \pm 0,05$	$1,158 \pm 0,009$
<i>Ni</i>	$1,62 \pm 0,25$	$2,3 \pm 0,7$	$1,3 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,6$
<i>Se</i>	$0,39 \pm 0,01$	$0,349 \pm 0,009$	$0,47 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,01$
<i>Sn</i>	< LOD	$0,15 \pm 0,01$	< LOD	$0,11 \pm 0,05$
<i>Sr</i>	$5,5 \pm 0,1$	$4,72 \pm 0,06$	$8,54 \pm 0,02$	$10,1 \pm 0,4$
<i>Pb</i>	$0,11 \pm 0,02$	$0,093 \pm 0,007$	$0,34 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,06$
<i>V</i>	$0,113 \pm 0,001$	$0,332 \pm 0,002$	$0,017 \pm 0,002$	$0,039 \pm 0,016$
<i>Zn</i>	$2,7 \pm 0,6$	$1,9 \pm 0,1$	$8,2 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,3$

## 5 ZÁVĚR

Dlouhodobý výzkum ukazuje, že nejslabším článkem konvenčního vinohradnictví je kvalita půd a péče o půdu. Tento stav se odráží v množství organické hmoty v půdě, ve fyzikálně chemických vlastnostech půdy (vodní kapacita, množství a kvalita humusu, kapacita sorpčního komplexu aj.), ale i ve vitalitě vinic a tím také v citlivosti révy k napadení chorobami. Půdy vinic obhospodařované konvenčním způsobem byly dlouhodobě poškozovány používáním pesticidů. Chemické látky obsažené v pesticidech ovlivňují živou složku půd, která je hlavním činitelem půdotvorného procesu a zásadním způsobem ovlivňuje úrodnost půd. I když je používání pesticidů zastaveno, ještě několik let nejsou schopny vyšší rostliny v půdě zatížené rezidui pesticidů růst, neboť degradační doba těchto látek v životním prostředí je poměrně dlouhá. Problémy konvenčního vinohradnictví se snaží odstranit integrované a ekologické vinohradnictví, které zvyšuje obsah organické hmoty v půdě ozeleněním meziřadí, vyséváním zeleného hnojení, drčením réví ve vinici, kompostováním výlisků z hroznů atd. Použití pesticidů na bázi organických sloučenin je v integrovaném a ekologickém zemědělství značně omezeno, problémem však stále může zůstat měď, která je hlavní složkou povolených anorganických pesticidů. Měď není na rozdíl od organických látek v půdě degradována a v půdě dochází k její akumulaci. Také v této diplomové práci byly naměřeny vyšší hodnoty mědi ve vzorcích listů a hroznů pocházejících z ekologického zemědělství.

Cílem této práce bylo stanovení kovů v listech a bobulích révy vinné pěstované ekologickým a integrovaným způsobem. Kovy hrají důležitou roli v zeměpisné sledovatelnosti vína a porozumění profilů minerálních prvků v tkáních bobulí pomáhá určit vztah mezi jejich hromaděním a regionální chutí, která se formuje v hroznech a ve víně. Obsah kovů ve vinné révě může být potenciálně ovlivněn právě kvalitou půdy na které je réva vinná pěstována a použitými ochrannými prostředky při pěstování révy vinné

K rozkladu vzorků byl použit mikrovlnný rozkladný systém a směs kyseliny dusičné s peroxidem vodíku. Pro analýzu vzorků byla použita technika ICP-MS. Vhodnost použitých technik byla dokázána mnoha uveřejněnými studiemi, které se zabývaly analýzou kovů ve vzorcích potravin.

Výsledky analýz vzorků révy vinné byly přehledně zpracovány v tabulkách 12 - 15 a grafech 1 - 12. Koncentrace kovů ve vzorcích révy vinné pěstované za použití různých agrotechnik se příliš nelišily. Výraznější rozdíl byl zjištěn pouze u koncentrací mědi, kdy vzorky z ekologického způsobu vinohradnictví obsahovaly vyšší koncentrace mědi v porovnání se vzorky z integrovaného způsobu vinohradnictví. Zjištěné koncentrace toxických kovů (arsenu, kadmia a olova) byly porovnány s nejvyšším přípustným množstvím, které udává legislativa a bylo zjištěno, že u žádného vzorku toto množství nebylo překročeno.

Tato diplomová práce je pilotní studií, proto je vyslovení objektivních závěrů velmi těžké. Na zastoupení kovů v révě vinné má vliv mnoho faktorů které se mohou s časem měnit (oblast sběru, složení půdy, geologické a klimatické podmínky, doba sběru, odrůda révy vinné, choroby révy vinné aj.). Pro formulování závěrů, zda-li má použitá agrotechnika vliv na kvalitu révy vinné z hlediska obsahu kovů je zapotřebí analýzy opakovat i v dalších letech a eventuálně rozšířit množství odebíraných vzorků a zahrnout do analýz i vzorky z dalších lokalit.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] VELÍŠEK J. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS. 2002. 320 s. ISBN 80-86659-01-1
- [2] VRÁNOVÁ D. *Nutraceutika*. Učební text pro posluchače FCH VUTBR. 2009-2010. Nepublikováno.
- [3] VRÁNOVÁ D. *Základy výživy*. Učební text pro posluchače FCH VUTBR. 2008-2009. Nepublikováno.
- [4] Vanad. [online]. [cit. 15.12.2010] Dostupné z <<http://www.celostnimediceina.cz/vanad.htm>>
- [5] Chrom. [online]. [cit. 31.10.2008] Dostupné z <<http://www.celostnimediceina.cz/chrom.htm>>
- [6] PROUSEK J. *Rizikové vlastnosti látek*, Bratislava: STU. 2001. 247 s. ISBN 80-227-1497-6
- [7] JIRKOVSKÝ R., TRŽIL J., MAŽÁRIOVÁ G.: *Abeceda chemických prvků*. 2. vyd., Bratislava: ALFA. 1985. 219 s. 219, ISBN 63-013-85
- [8] *Baryum a jeho sloučeniny*. [online]. [cit. 2009] Dostupné z: <<http://www.registrpovinnosti.com/df23h54/voda/registrlegislativy/Baryum.pdf>>
- [9] *Kurz ICP spektrometrie*, Brno: Spektroskopická společnost Jana Marka Marci. 2008. 194 s. ISBN 80-903732-4-4
- [10] *Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem*, Sborník přednášek, Český Těšín: 2 Theta, 1994.
- [11] *Obrázek Interface*. [online]. [cit. 2009-03-10] Dostupné <[http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka\\_chemie/spektraa.htm](http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka_chemie/spektraa.htm)>
- [12] *Obrázek Kvadrupol*. [online]. [cit. 2009-03-10] Dostupné <[http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka\\_chemie/spektraa.htm](http://users.prf.jcu.cz/sima/analyticka_chemie/spektraa.htm)>
- [13] *Obrázek instrumentace ICP/MS*, Čáslavský J. Instrumentální a strukturální analýza. Učební text pro posluchače FCH VUTBR. 2009-2010. Nepublikováno.
- [14] *Obrázek Plazmová hlavice* [online]. [cit. 2009-03-10]. Dostupné z: <[http://tomcat.prf.jcu.cz/sima/analyticka\\_chemie/spektraa.htm](http://tomcat.prf.jcu.cz/sima/analyticka_chemie/spektraa.htm)>
- [15] KLOUDA P., *Moderní analytické metody*, 2. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- [16] ČERNOHORSKÝ T., JANDERA P., *Atomová spektroskopie*, 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1997. 218 s. ISBN 80-7194-114-X.
- [17] OTRUBA V., KANICKÝ V., Spektroskopická společnost Jana Marka Marci. *Spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem*. 1997
- [18] STUŽKA V., *Analytická optická spektrometrie*, 2. vyd. Olomouc: Univerzita Paláckého, 2000. 81 s. ISBN 80-244-0206-8.
- [19] KRAUS V., FOFFOVÁ Z., VURM B., KRAUSOVÁ D., *Encyklopedie českého a moravského vína*, 1. díl., Praha: Praga Mystica, 2005, 306 s. ISBN 80-86767-00-0
- [20] KRAUS V., FOFFOVÁ Z., VURM B., KRAUSOVÁ D., *Encyklopedie českého a moravského vína*, 2. díl., Praha: Praga Mystica, 2005, 306 s. ISBN 80-86767-00-0
- [20] *Kontrola biologického zemědělství–bio značky*, [cit. 2005] Dostupné z: <<http://www.kez.cz/main.php?pageid=231>>
- [21] *Ekologické zemědělství*, [cit. 2008] Dostupné z: <<http://www.pro-bio.cz/cesky.htm>>
- [22] *Integrovaná produkce*, [cit.2008] Dostupné z: <<http://siphv.artemon.cz:8080/vino-ip/>>
- [23] *Obrázek réva vinná*. [online].[cit.] Dostupné z: <<http://slnieckova.sk/p/vinna-reva/>>
- [24] Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR: *Jak se stát ekologickým zemědělcem*, online [cit. 2008] Dostupné z: <[http://www.agro-envi-info.cz/files/dokumen/ML28\\_Jak%20se%20stat%20Ekozemedelcem.pdf](http://www.agro-envi-info.cz/files/dokumen/ML28_Jak%20se%20stat%20Ekozemedelcem.pdf)>



- [25] Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR: *Adresář ekozemědělců Vysočina*, online [cit. 2008] Dostupné z: <[http://www.agro-envi-info.cz/files/dokumen/Adresar%20ekozemedelcu\\_Vysocina.PDF](http://www.agro-envi-info.cz/files/dokumen/Adresar%20ekozemedelcu_Vysocina.PDF)>
- [26] SOMMER L. a kol.: *Optická emisní spektrometrie v indukčně vázaném plazmatu a vysokoteplotních plamenech*, Praha: ACADEMIA. 1992, 152 s. 1. vyd. ISBN 80-200-0215-4
- [27] KRAUS V., HUBÁČEK V., ACKERMANN P., *Rukověť vinaře*, vyd. Praha: Květ a Brázda, 2000. 262 s. ISBN 80-85362-34-1, ISBN 80-209-0286-4.
- [28] KRAKOVSKÁ E., KUŠS H. M. :*Rozklady v analytické chemii*. 1. vyd. Košice: Vienala Košice. 2001. 226 s. ISBN 80-88922-48-8
- [29] ZBÍRAL J.: *Analýza rostlinného materiálu*, Jednotné metodické postupy, Brno: SKZÚZ Brno, 1994, 1.
- [30] Morris C., Winter M.: Integrated Farming systems: the third way for European agriculture?. *Land use policy*. 1999, 16, s. 193-205
- [31] YANG , Yumei, et al. Trace element and rare earth element profiles in berry tissues of three grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*. 2010, 61:3, s. 401-407.
- [32] PROVENZANO, Maria Rosaria, et al. Copper contents in grapes and wines from a Mediaterranean organic vineyard. *Elsevier*. 2010, 122, s. 1338-1343.
- [33] NĚMEC P., *Přechodné období*, [online]. [cit.24.3.2011] Dostupné z: <<http://www.krasesec.cz/krasesec/otazkydetail/252>>
- [34] Asociace soukromého zemědělství ČR, *Vyšší dotace ovocnářům*, [online]. [cit. 6.3 2006] Dostupné z: <<http://www.asz.cz/redakce/index.php?lanG=cs&clanek=8672&slozka=5880&xsekce=6068&>>
- [35] *Obrázek Sauvignon blanc*, [online]. [cit.2005] Dostupné z: <<http://www.tastetour.com/sauvignon-blanc/international.php>>
- [36] Kraus V., *Sauvignon blanc*, [online], [cit.2005] Dostupné z: <[http://www.wineofczechrepublic.cz/ukaz\\_odrudu.php?id=6&lang=cz](http://www.wineofczechrepublic.cz/ukaz_odrudu.php?id=6&lang=cz)>
- [37] Kraus V., *Rulandské modré*, [online], [cit.2005] Dostupné z: <[http://www.wineofczechrepublic.cz/ukaz\\_odrudu.php?id=27&lang=cz](http://www.wineofczechrepublic.cz/ukaz_odrudu.php?id=27&lang=cz)>
- [38] *Obrázek Rulandské modré*, [online]. [cit. 2005]. Dostupné z: <<http://www.kenbrownwines.com/PinotNoir>>
- [39] *Rulandské modré*, [online]. [cit. 2005] Dostupné z: <<http://www.kmv.estranky.cz/clanky/odrudy/burgunda-modra.html>>
- [40] El TITI, A. Integrated farming: an Ecological Farming Approach in European Agriculture. *Outlook on Agriculture*. 1992, 21, s. 33-39.
- [41] KIZOS, Thanasis; MARÍN-GUIRAO, Veikontis, George; IGNACIO, Jose. Comparison of organic and integrated farming system: The case od sultana table grapes in Korinthos, Greece. *Journal of sustainable agriculture* [online]. 1.12.2010, 35. Dostupný z WWW: <[www.informaworld.com/smpp/title-content=t792306915](http://www.informaworld.com/smpp/title-content=t792306915)>. ISSN 1044-
- [42] TODIC, S. , et al. Lead, Mercury, and Nickel in Grapevine, *Vitis vinifera* L., in Polluted and Nonpolluted regions. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*. 2006, 77, s. 665-670.
- [43] BAGDATLIOGLU, Neriman; NERGIZ, Cevdet; ERGONUL, Pelin Gunc. Heavy metals on leafy vegetables and some selected fruits. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 2010, 5, s. 421-428.
- [44] 305/2004 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví druhy kontaminujících a toxicky významných látek a jejich přípustná množství v potravinách. [online]. [cit. 2011] Dostupné z: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006047&docType=ART&nid=11307>>

- [45] *Mezní hodnoty chemických látek, jejichž obsah je zjišťován v rámci podopatření integrované systémy pěstování ovoce nebo révy* [online]. [cit. 2008] Dostupné z: <[www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/analyzy/t-kovy.pdf](http://www.ovocnarska-unie.cz/web/web-sispo/analyzy/t-kovy.pdf)>
- [46] CHOPIN, E.I.B., et al. Factors affecting distribution and mobility of trace elements (Cu, Pb, Zn) in a perennial grapevine (*Vitis vinifera* L.) in the Champagne region of France. *Environmental Pollution*. 2008, 156, s. 1092-1098.
- [47] ICP/MS Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry A primer. Agilent Technologies. USA. December 2005. Publication number 5989-3526EN
- [48] MASCHNER, Horst. *Mineral nutrition of higher plants*. Germany : Academic press, 1986. 862 s.
- [49] The mineral content of Mexican fruits and vegetables. *Journal of food composition and analysis*. 1998, 11, s. 340-356.
- [50] *Zinek v půdě*. [online] cit. [16.1.2007] Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/puda\\_zn.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_zn.htm)>
- [60] HLUCHÝ M., Vývoj a současnost ekologického vinohradnictví na jižní Moravě. *Vinařský obzor*. 2009, 1-2, s. 35-41.
- [61] *Nariženi Komise (ES) č. 404/2008* [online] cit. [7.5.2008] Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008R0404:CS:HTML>>
- [62] *Stroncium* [online] cit. [2009] Dostupné z: <[svp.muni.cz/ukazat.php?docId=533](http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=533)>
- [63] *Cizorodé prvky* [online] cit. [23.11.2004] Dostupné z: <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/biogenni\\_prvky/cizorode\\_prvky.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/cizorode_prvky.htm)>
- [64] HANSCH, Robert; MENDEL, Ralf . Physiological function of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current opinion in plant biology*. 2009, 12, s. 259-266.
- [65] *Barium*. [online]. cit. [2006] Dostupné z: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc107.htm#SubSectionNumber:4.1.4>>
- [66] *Vinná réva*. [online]. cit. [6.10.2008] Dostupné z: <<http://www.celostnimediceina.cz/vinna-reva.htm>>
- [67] *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2009 [cit. 2011-04-02]. Nikl. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92068>>.
- [68] *Vše o přípravcích na ochranu rostlin* [online]. cit. [2008]. Dostupné z: <<http://www.agromanual.cz>>
- [69] *PREV B2* [online]. Dostupné z: <[www.biocont.cz/shop/pdf/file\\_42.pdf](http://www.biocont.cz/shop/pdf/file_42.pdf)>
- [70] *OIKOMB*[online]. Dostupné z: <[www.biocont.hu/index.php?c=oikomb-127](http://www.biocont.hu/index.php?c=oikomb-127)>

## **7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

EZ ekologické zemědělství

IP integrovaná produkce

NPM nejvyšší přípustné množství

AAS atomová absorpční spektrometrie

GF-AAS Atomová absorpční spektrometrie s elektrotermickou atomizací

ICP-OES Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

ICP-MS Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem

## **8 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 Seznam ochranných přípravků použitých v BIO vinici

Příloha č. 2 Seznam ochranných přípravků použitých v IP vinici

## 9 PŘÍLOHY

Tabulka 15 Seznam ochranných přípravků použitých v BIO vinici [68, 69, 70]

<i>Přípravek</i>	<i>Účinná látka</i>	<i>Charakteristika</i>
ISONET L PLUS	E,Z)-7,9-dodecadienyl acetát - 165 mg/ks (Z)-9-dodecenyl acetát - 15 mg/ks	Feromonový přípravek pro matení samců
KOCIDE 2000	hydroxid měďnatý - 53,8 %	Fungicid a baktericid
SULIKOL K	síra - 50 %	Fungicid
MYCO-SIN VIN	síran hlinitý tetradekahydrát 740g deaktivované mleté sušené kvasnice 100g extrakt přesličkový suchý 10 g extrakt šalvějový suchý 40 g	Stimulátor růstu
VITISAN	hydrogenuhličitan draselný	Stimulátor růstu
OIKOMB	1. složka - vodní sklo draselné 2. složka - fenyklový olej	Ke zvýšení odolnosti
AQUA VITRIN K	vodní sklo draselné 285 g	Stimulátor růstu
KUMULUS WG	síra 80 %	Fungicid
AIGINURE	výtažek z mořských řas 24 %	Stimulátor růstu
PREV B2	bór 2,1 % a 4,2 % pomerančového oleje	Kapalné foliární hnojivo s obsahem bóru - omezuje výskyt padlí révy

Tabulka 16 Seznam ochranných přípravků použitých v IP vinici [68]

<i>Přípravek</i>	<i>Účinná látka</i>	<i>Charakteristika</i>
KUMULUS WG	síra - 80 %	Fungicid
ALIETTE BORDEAUX	fosetyl-Al 250 g oxychlorid mědi 250g	Fungicid
FALCON 460 EC	tebuconazole 167 g triadimenol 43 g spiroxamine 250 g	Fungicid
FOLPAN 80 WDG	folpet - 80 %	Fungicid

<i>Seznam ochranných přípravků použitých v IP vinici (pokračování)</i>		
DISCUS	kresoxim-methyl 50 %	Fungicid
ACROBAT MZ	dimethomorph 90 g mancozeb 600 g	Fungicid
CUPROXAT SC	síran měďnatý - 345 g	Fungicid
RIDOMIL GOLD MZ 68 WP	mancozeb 64 % metalaxyl-M - 4 %	Fungicid