

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra chemie**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Změna obsahu resveratrolu při výrobě vína**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Vanda Zindrová**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.**

**Konzultant: Ing. Radomíra Střalková, Ph.D.**

**© 2021 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Změna obsahu resveratrolu při výrobě vína" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4.2021

---

## **Poděkování**

Výsledky v této práci byly podpořeny dotačním titulem MZe ČR 51834/2017-MZE-17253/6.2.12 Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity/Réva vinná, pracoviště Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i./Výzkumná stanice vinařská Karlštejn. Děkuji mému vedoucímu práce Ing. Matyáši Orsákovi, Ph.D. za vedení, odborné rady, vstřícný a příjemný přístup při zpracování této diplomové práce. Dále chci poděkovat za spolupráci Mgr. Zdeňku Benešovi, vedoucímu stanice, Ing. Tomáši Koubkovi, sklepmistrovi a Ing. Radomíře Střalkové, Ph.D., kurátorovi sbírky révy vinné. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině (hlavně mamce), příteli a kamarádkám za veškerou podporu.

# Změna obsahu resveratrolu při výrobě vína

## Souhrn

V teoretické části tato práce shrnuje stručnou charakteristiku révy vinné. Z počátku se zabývá historií pěstování révy vinné, která sahá do dávné minulosti, dále se věnuje popisu jednotlivých částí hroznu či látkovému složení vína. V dalších částech nabízí charakteristiku a údaje o biologických účincích stilbenu resveratrolu (3,4',5-trihydroxystilben). Tato látka byla v roce 1940 poprvé izolována z rostliny Kýchavice velkokvěté rostoucí hlavně v Číně a Japonsku. Pro její biologické účinky je od 80. let minulého století častým tématem různých studií po celém světě, neboť vykazuje antioxidační, protirakovinné či protizánětlivé vlastnosti a má vliv na kardiovaskulární soustavu. Nachází se v desítkách rostlinných druhů. Příkladem je resveratrol obsažen v luštěninách, kávě, čaji, čokoládě, či v červeném víně. V poslední části práce charakterizuje proces technologie výroby vína a stručně popisuje použitou chemickou metodu HPLC, která byla použita ke stanovení obsahu resveratrolu ze vzorků.

Předmětem praktické části této diplomové práce bylo stanovení obsahu polyfenolu resveratrolu v průběhu výroby vína metodou HPLC, dále porovnat změny obsahu resveratrolu u bílých a modrých odrůd révy vinné v průběhu výroby (vinifikace). V metodice se tato práce také zabývá srovnáním obsahů resveratrolu u jednotlivých odrůd. Bylo zjištěno, že u všech stanovovaných odrůd révy vinné se obsah *trans*-resveratrolu v průběhu vinifikace zvyšuje. Byly porovnány obsahy *trans*-resveratrolu u modrých a bílých odrůd révy vinné. Modré odrůdy vykazovaly vyšší koncentraci *trans*-resveratrolu než odrůdy bílé. Množství *trans*-resveratrolu je závislé na odrůdě. K měření byly použity tři modré odrůdy (Cabernet Cortis, Svatovavřínecké, Rulandské modré) a tři bílé odrůdy révy vinné (Solaris, Sylvánské zelené, Rulandské bílé), které byly odebírány ve Výzkumné vinařské stanici Karlštejn. Zjištěné hodnoty byly následně vyhodnoceny v programu Statistica 12.

**Klíčová slova:** HPLC, kvašení, réva vinná, stilbenoidy, technologie

# Change in the content of resveratrol during wine production

## Summary

In the theoretical part this thesis summarizes brief characteristics of grapevine. At the beginning it deals with the history of grapevine growing, which dates back to ancient history. Then, it focuses on the description of individual parts of grapes and the substance composition of wine. In the following parts the work offers characteristics and data on the biological effects of stilbene resveratrol (3,4',5-trihydroxystilbene). This substance was first isolated back in 1940 from the *Veratrum grandiflorum* growing primarily in China and Japan. Since the 1980s, it has been a frequent topic of various studies around the world due to its biological effects, as it shows antioxidant, anti-cancer, and anti-inflammatory signs, as well as an effect on the cardiovascular system. It can be found in dozens of plant species. For example, resveratrol is included in legumes, coffee, tea, chocolate, or red wine. The last section of the theoretical part characterizes the process of wine production technology and briefly describes the chemical HPLC method used to determine the content of resveratrol from samples.

The subject of the practical part of this diploma thesis was to determine the content of polyphenol resveratrol during wine production by the HPLC method, then to compare changes in the content of resveratrol in white and blue grapevine varieties during production (vinification). In the methodology, this work also focuses on the comparison of resveratrol contents in individual varieties. It has been found out that in all determined varieties of grapevine the content of *trans*-resveratrol increases during vinification. The contents of *trans*-resveratrol in blue and white varieties of grapevine were then compared. The blue varieties showed a higher concentration of *trans*-resveratrol than the white ones. The amount of *trans*-resveratrol depends on the variety. Three blue varieties (Cabernet Cortis, Svatovavřinecké, Pinot Noir) and three white varieties (Solaris, Sylvanian Green, Pinot Blanc) of grapevine, which were collected at the Karlštejn Research wine station, were used for comparison. The obtained values were then evaluated in the Statistica 12 program.

**Keywords:** fermentation, grapevine, HPLC, stilbenoids, technology

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Vědecké hypotézy a cíle práce</b>	<b>10</b>
2.1	Hypotézy	10
2.2	Cíle práce	10
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>11</b>
3.1	Réva vinná	11
3.2	Historie výroby vína	11
3.3	Vinařské oblasti	12
3.4	Hrozen	12
3.4.1	Třápina	12
3.4.2	Bobule	12
3.4.2.1	Slupka	13
3.4.2.2	Dužnina	14
3.4.2.3	Semena	14
3.5	Látkové složení vína	15
3.5.1	Voda	15
3.5.2	Sacharidy	15
3.5.3	Kyseliny	16
3.5.4	Minerální látky (popeloviny)	17
3.5.5	Polyfenoly	17
3.5.5.1	Rozdělené polyfenolů	19
3.5.6	Dusíkaté sloučeniny	20
3.5.7	Aromatické látky	20
3.5.8	Vitaminy	20
3.5.9	Oleje	21
3.6	Resveratrol	22
3.6.1	Vlastnosti a biologické účinky	23
3.6.2	Výskyt v přírodě	23
3.6.3	Výskyt resveratrolu v červených a bílých vínech	25
3.7	Francouzský paradox	28
3.8	Zpracování hroznů a technologie výroby vína	28
3.8.1	Technologie výroby červených vín	28
3.8.2	Technologie výroby bílých vín	28
3.8.2.1	Zrání a stanovení termínu sklizně	29

3.8.2.2	Sklizeň.....	29
3.8.2.3	Odstopkování a drcení.....	29
3.8.2.4	Macerace .....	29
3.8.2.5	Získávání moštu.....	30
3.8.2.6	Úprava moštu před kvašením .....	30
3.8.2.7	Kvašení.....	31
3.8.2.8	Školení vína .....	32
<b>3.9</b>	<b>HPLC .....</b>	<b>33</b>
<b>3.10</b>	<b>Použité odrůdy .....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Rostlinný materiál .....</b>	<b>35</b>
4.1.1	Bílé moštové .....	35
4.1.1.1	Rulandské bílé .....	35
4.1.1.2	Solaris .....	36
4.1.1.3	Sylvánské zelené .....	37
4.1.2	Modré moštové.....	38
4.1.2.1	Cabernet Cortis .....	39
4.1.2.2	Rulandské modré .....	40
4.1.2.3	Svatovavřínecké .....	41
<b>4.2</b>	<b>Odběr vzorků .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3</b>	<b>Charakterizace místa odběru vzorků .....</b>	<b>43</b>
4.3.1	Oblast .....	43
4.3.2	Klima .....	43
4.3.3	Půda.....	43
4.3.4	Informace o stanici.....	44
<b>4.4</b>	<b>Stanovení obsahu resveratrolu pomocí HPLC.....</b>	<b>44</b>
4.4.1	Použité přístroje a pomůcky na HPLC .....	44
4.4.2	Použité chemikálie .....	44
4.4.3	Použité programy.....	44
<b>4.5</b>	<b>Metoda stanovení .....</b>	<b>44</b>
4.5.1	Příprava vzorku .....	44
<b>4.6</b>	<b>Statistická analýza .....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Hypotéza 1.....</b>	<b>56</b>

<b>5.2</b>	<b>Hypotéza 2.....</b>	<b>62</b>
<b>5.3</b>	<b>Hypotéza 3.....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>68</b>



# 1 Úvod

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) spadající do čeledi révovité (*Vitaceae*) má v pěstování a konzumaci historické kořeny sahající až na přelom 11.–12. století n. l. Pěstování této světlo milné rostliny je kvůli klimatickým podmínkám možné jen na dvou zeměpisných pásmech. Mezi největší světové producenty vína patří státy Argentina, Francie, Itálie, Německo, Španělsko a USA (Johnson & Robinson 2015, Rop & Hrabě 2009).

V České republice existují od roku 2004 dvě vinařské oblasti: Čechy a Morava. Oblasti jsou dále členěny na podoblasti. Každá podoblast má svou specifičnost (Machovec 2008).

Na révě vinné se v průběhu růstu tvoří květenství, z kterého po opylení a oplození vzniká hrozen. Hrozen je tvořen bobulemi a třapinami (Pavloušek 2005, Pavloušek 2007a).

Látkové složení vína je kombinací anorganických a organických látek, které dodávají specifický profil vína jako nápoje. Celkově se skládá z asi 2500 různorodých látek, na jejichž zastoupení má vliv například odrůda, lokace vinic, či samotná technologie výroby vína (Michlovský 2014a). Jednou ze složek vína jsou organické fenolické látky – polyfenoly, do kterých spadá i resveratrol. Tyto chemické látky mají schopnost ovlivnit barvu, chuť, trpkost nebo i antioxidační vlastnosti (Michlovský 2014a; Kraus et al. 2008).

Resveratrol patří do skupiny stilbenů je látka, která se získává z kořene Kýchavice velkokvěté (*Veratrum grandiflorum*) (Šamánek & Urbanová 2010). V modrých odrůdách révy vinné najdeme vyšší zastoupení resveratrolu oproti odrůdám bílým (Pervaiz 2003). Mezi jeho vlastnosti patří protirakovinná funkce, významná antioxidační schopnost, vliv na kardiovaskulární soustavu či protizánětlivé účinky (Quiñones et al. 2013).

Proces technologie výroby vína je složitým procesem, který má částečný vliv na výslednou jakost vína (Kraus et al. 2010; Steidl 2010).

V této diplomové práci byly stanoveny obsahy resveratrolu ve vínech vyrobených ze tří bílých a tří modrých odrůd révy vinné v průběhu jeho školení, pomocí chemické metody HPLC. Dále byly porovnány obsahy *trans*-resveratrolu v průběhu výroby vína a obsahy byly také srovnány.

## **2 Vědecké hypotézy a cíle práce**

### **2.1 Hypotézy**

1. V průběhu procesu výroby vína se snižuje obsah resveratrolu.
2. Mezi víny vyrobenými z bílých a modrých odrůd není významný rozdíl v obsazích resveratrolu.
3. Obsah resveratrolu ve víně není závislý na odrůdě révy vinné.

### **2.2 Cíle práce**

1. Stanovení obsahu resveratrolu metodou HPLC v průběhu výroby vína.
2. Porovnat změny obsahu resveratrolu v průběhu výroby vína (školení vína) z bílých a modrých odrůd révy vinné.
3. Srovnat obsahy resveratrolu u jednotlivých odrůd.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Réva vinná

Réva vinná *Vitis vinifera L.* (Stevenson 2002) je světlomilná a teplomilná popínavá liána, patří do čeledi *Vitaceae* – révovité.

Pěstování révy vinné je kvůli klimatickým podmínkám omezeno do dvou pásů. Z těchto dvou pásů pochází kolem 98 % celkové produkce. Jeden z pásů se rozprostírá na severní polokouli a patří sem oblast evropská a severoamerická. Druhý pás se nachází na opačné polokouli. Patří sem státy Argentina, Austrálie, Chile, Jihoafrická republika a Nový Zéland. Argentina, Francie, Itálie, Německo, Španělsko a USA patří mezi největší producenty hroznů (Rop & Hrabě 2009).

### 3.2 Historie výroby vína

Historie vína sahá na přelom 11.–12. století př. n. l., kdy bylo Féniciany osídleno Středomoří. Další zmínky z 8.–9. století př. n. l. sahají k Řekům. Jedny z prvních vinic byly zakládány na území Severní Afriky, Španělska, Itálie, Provence a podél Černého moře.

#### Starověk

Starověcí Řekové přidávali do vína různé koření, byliny a i med. Víno ředili normální, ale i slanou mořskou vodou. Starověké Řeky následovali Římané, kteří zmodernizovali výrobu a skladování. Vynalezli vedení révy vinné – Římské vedení na stromech, které vytvářelo girlandy. Římané rozšířili révu vinnou z dnešní Itálie dále na území nynější Francie a dalších vinařských oblastí v Evropě.

#### Středověk

Po rozpadu Římské říše došlo k pozastavení vývoje vinařství. Snahu o rozkvět měla církev. Právě mniši vystavěli řadu vinic, nicméně byli často odsuzováni za větší spotřebu vína a nevhodné chování po požití.

Významná vinařská oblast byla v Bordeaux. Nejvýznamnějšími obchodníky s vínem té doby byli Francouzi a Němci.

#### Novověk

Od 17. stol. n. l. se víno stáčelo do sklenic, předtím se ze sudů stáčelo do kožených měšců či do nádob z kamene. V této době došlo i k prodlužování trvanlivosti vína, a to díky korkovým uzávěrům. O století později se kladl důraz i na odrůdy. V Německu se jednalo o Ryzlink Rýnský a v Burgundsku bylo preferováno Rulandské modré (Johnson & Robinson 2015).

#### U nás:

Na našem území a na území Slovenska jsou archeologické záznamy z doby Velkomoravské říše (9.–10. století). Podle pověsti je u nás víno spojeno s Přemyslovcem

knížetem Bořivojem a jeho manželkou Ludmilou. Právě při narození jejich společného syna Svytlahněva dostali darem od Svatopluka, moravského knížete sud vína. Pojem „svatováclavská vinařská tradice“ je spojován právě s Ludmilou a jejím vnukem Václavem. Písemné zmínky z 13. století n. l. souvisí s dovozem francouzských a německých odrůd a budování souvislých vinic. Za největší rozkvět vinařství u nás se považuje doba za vlády Karla IV. (Machovec 2008).

### 3.3 Vinařské oblasti

Po roce 2004, kdy Česká republika vstoupila do Evropské unie, došlo k novému členění vinařských oblastí. Z původních šesti vinařských oblastí v Čechách a deseti oblastí na Moravě vznikly oblasti dvě – Čechy a Morava. Čechy jsou rozděleny na podoblasti Litoměřicko a Mělnicko. Morava je klasifikována na čtyři podoblasti - Mikulovská, Slovácká, Velkopavlovická a Znojemská (Machovec 2008).

### 3.4 Hrozen

Po opylení a oplození se z květenství tvoří hrozen (Pavloušek 2005). Hrozen je tvořen bobulemi, které jsou spojeny třapinou (Pavloušek 2007a).

#### 3.4.1 Třapina

Změnou osy květenství vzniká třapina. Třapinu tvoří stopka, která hrozen upevňuje k výhonu. Délka stopky se měří od místa upevnění po první rozvětvení třapiny (Pavloušek 2007a).

Hmotnostní procento třapiny tvoří 3–5 %. Obsah vody se pohybuje okolo 75–80 %. Dále obsahuje 1–3 % taninů, které způsobují nepříjemnou hořkou a škrábavou chuť. Minoritní složku tvoří minerální látky a organické kyseliny. Látkové složení je ovlivněno klimatem, stářím a odrůdou hroznů. Na začátku je třapina zbarvena do zelena. Obsah vody v třapině je z počátku vyšší. Postupem času dochází ke změně barvy na hnědou a ke snižování obsahu vody – dřevnatění. Zelené, nevyzrálé třapiny je nutné před nakvašováním odstranit, protože mohou způsobit nepříjemnou chuť vína, ta je způsobena již zmiňovanými taniny. Proto je vhodné třapinu před nakvašováním odzrnit, tedy oddělit třapinu od bobulí (Farkaš 1980; Hubáček & Kraus 1982).

#### 3.4.2 Bobule

Bobule je plodem révy vinné. Tvoří 95–98 % hmotnosti celého hroznů (Michlovský 2014b). Obrázek 1 zobrazuje průřez bobule.

Hrozen je tvořen několika desítkami bobulí (Foulonneau 2014). Mají rozmanitý tvar i velikost. Tyto vlastnosti jsou ovlivňovány odrůdou, ekologickými podmínkami a částečně způsobem pěstování. Bobule může mít různý tvar od kulatého, kulovitého, vejčitého po zploštělý a podlouhlý (Pavloušek 2005).

Bobule se začíná vyvíjet kolem poloviny června. Réva vinná začíná kvést. Dle (Pavloušek 2010) můžeme vývoj bobule dělit do 3 fází:

I. Fáze

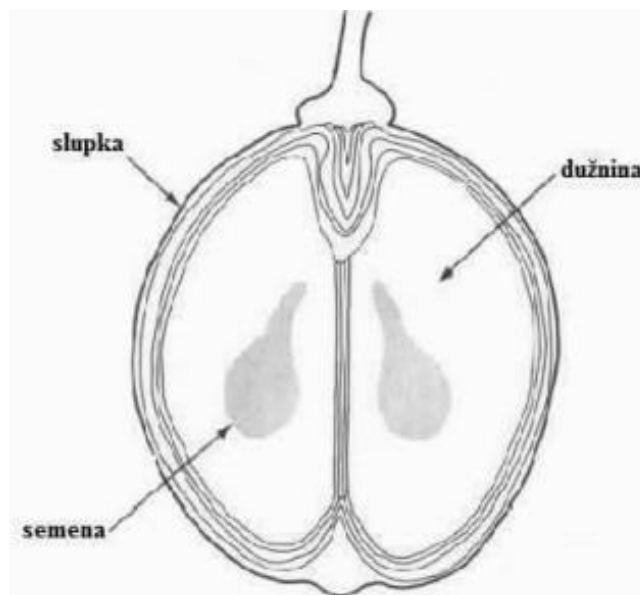
Trvání 35–55 dnů. Od prvního zhruba do 30. dne se buňky bobulí dělí a tím zvětšují. Právě pro kvalitu hroznů a celkový výnos je toto období důležité. Důležité je, aby v této fázi bylo optimální počasí a dostatek srážek. Vyskytuje se významné množství chlorofylu a navyšuje se obsah kyselin a prekurzorů polyfenolických látek a látek aromatických.

II. Fáze

V této fázi bobule rostou a zabarvují se. Dochází k zaměknání, hromadí se sacharidy, polyfenolické látky, aromatické látky a dochází k poklesu obsahu kyselin v bobuli.

III. Fáze

Třetí fáze trvá až do sklizně. Hrozny zrají, bobule se zvětšují. Jejich zvětšování je ovlivněno množstvím příjmu vody rostlinou i metabolickou aktivitou, která v bobuli probíhá. Pokračuje snižování obsahu kyselin a v této fázi navíc i taninů. Naopak se ukládají sacharidy, aromatické, minerální, dusíkaté látky a barviva.



**Obrázek 1:** Průřez bobule (Grainger & Tattersall 2005)

Bobule je tvořena slupkou, dužninou a semeny:

#### 3.4.2.1 Slupka

Slupka se skládá až z 12 vrstev malých buněk. Vlastností slupky je držet vnitřní obsah bobule pohromadě. Tyto vrstvy vytváří mechanickou pevnost bobule a bobuli i ochraňují. Pevnost je umožněna díky mikrofibrilám celulózy a pružnost je způsobena hemicelulózou, bílkovinami a pektinovými látkami (Steidl 2010).

Na povrchu bobule je vosková vrstva, jejichž hlavními částmi jsou vosk a celulóza (Kraus et al. 2010). Její funkcí je chránit bobuli před mechanickým poškozením, účinky postřiků, nadměrnému odparu vody, napadením škůdci či poškozováním různými mikroorganismy. Mezi další vlastnosti patří zabraňování pohlcování různých pachů z okolního prostředí (např: asfalt, močůvka, nafta), či pomáhá regulovat dýchání (Steidl 2010).

Složení slupky je ovlivněno odrůdou. Na aroma, chuť, barvu a odrůdová specifika mají vliv látky ve slupkách. Jedná se především o cukry, kyseliny, třísloviny, barviva, aromatické látky, vosky, dusíkaté a minerální látky. Za barvu ve slupkách bílých odrůd odpovídají žlutozelená barviva flavony a chlorofyl. U vín modrých je barva způsobena přítomností červených barviv antokyanů ve slupce. Ohřev nebo nakvašování uvolní barvivo ze slupky. Z modrých odrůd lze však vyrobit i vína bílá či růžová. Podmínkou je, že po sklizni musí dojít rovnou k vylisování. Důvodem je snaha zabránit uvolnění barviva ze slupky, které je uzavřeno v buňkách (Rop & Hrabě 2009).

#### 3.4.2.2 Dužnina

Dužninu tvoří velké tenkostěnné buňky. Buňky obsahují látky, kvůli kterým je réva vinná pěstována (Steidl 2010). Představuje 85–90 % hmotnosti hroznu.

U většiny odrůd je dužnina bezbarvá. V některých případech je načervenalá a ve výjimečných případech je dokonce červená (Rop & Hrabě 2009).

#### 3.4.2.3 Semena

V bobulích hroznů se obvykle nachází 1–4 semena. Některé odrůdy révy mají bobule, které semena neobsahují, říká se jim mirandage (Pelikán et al. 1996). U těchto odrůd odumírají semena v rozmezí 2–4 týdnů. Vyvinou se buď jen jako malá semena nebo jsou přeměněna na dužninu. Této vlastnosti se využívá u odrůd stolních a u odrůd, ze kterých se vyrábí hrozinky (například Korintky, Sultánky) (Švejcar & Minárik 1976; Sedlo 1994).

Na začátku jsou semena zelená. S postupem dozrávání hnědnou, sesychají a jejich hmotnost klesá. V semenech se nachází oleje a třísloviny, ty přecházejí při nakvašování rmutu do moštu. Vyšší obsah tříslovin je u bílých odrůd nežádoucí. U červených vín se vyluhování tříslovin naopak vyžaduje. Důvodem je výsledný poměr kyselin, barviv a etanolu.

Semena obsahují 10–20 % oleje (palmitová, linolová kyselina), uhlohydráty, bílkoviny, celulózu a minerální látky (Farkaš 1980). Průměrný obsah oleje v sušině semen analyzovaných odrůdách révy vinné byl  $11,6 \pm 0,33$  g/100 g sušiny (Lachman et al. 2015). Olej ze semen se využívá jako olej stolní (Švejcar & Minárik 1976; Sedlo 1994).

V následující tabulce (tabulka 1) je znázorněno procentuální zastoupení jednotlivých částí bobule a třapiny.

**Tabulka 1:** Složení bobule a třapiny v % (Steidl 2010)

	<b>Část</b>	<b>Hmotnostní podíl</b>
<b>Bobule</b>	Vosková vrstva	<1 %
	Slupka (s tříslovinami a barvivy)	15–25 %
	Dužnina	70–80 %
	Pecičky nebo semena	2–6 %
<b>Třapina</b>	Stopka s hlavními a vedlejšími osami	3–5 %

### 3.5 Látkové složení vína

Víno je rozsáhlá matrice, která se skládá z anorganických i organických sloučenin. Právě kombinace těchto sloučenin vytváří ojedinělý profil kteréhokoliv vína. Dohromady se skládá z 2500 různých látek, jejichž přítomnost je ovlivněna výběrem odrůdy, vinifikací či lokací vinice (Michlovský 2014a).

V následující tabulce (tabulka 2) jsou znázorněny obsahy hlavních látek ve víně.

**Tabulka 2:** Množství hlavních látek ve víně v g/l (Pavloušek 2005)

<b>Obsahová složka</b>	<b>Obsah (g/l)</b>
Lipidy	2,5–5
Fenolické sloučeniny (třísloviny, barviva)	0,1–2,5
Dusíkaté látky	0,2–1,4
Minerální látky	2,5–5
Kyseliny	6–15
Sacharidy	120–250
Voda	780–850

#### 3.5.1 Voda

Voda tvoří hlavní složku vína (78–85 %). Je v ní rozpuštěna řada obsahových látek. Pokud dojde k přezrávání, obsah vody se může snižovat (Pavloušek 2005; Steidl 2010).

#### 3.5.2 Sacharidy

Sacharidy můžeme dělit na jednoduché (monosacharidy) a složené (disacharidy a polysacharidy).

Významným sacharidem v oblasti vinařství je sacharóza (složený sacharid – disacharid). Zprostředkovává přenos cukru z listu do bobule. V bobuli se dále štěpí na jednodušší glukózu a fruktózu (jednoduché sacharidy – monosacharidy). Ze sacharidů je ve víně nejvíce obsažena právě D-glukosa a D-fruktóza. Jsou zde zastoupeny v obsahu kolem 99 % všech sacharidů (Pavloušek 2005).

Polysacharidy se ve víně téměř nevyskytují. Jako zástupce polysacharidů najdeme ve víně v malých koncentracích nežádoucí škrob. Jako další zástupce sacharidů jsou z pentóz přítomny L-arabinóza, L-xylóza, L-ramnóza (Pavloušek 2010).

V průměru jsou v moštu sacharidy obsaženy v množství okolo 200 g/l. Ve výjimečných případech se obsah sacharidů může pohybovat až nad 240 g/l nebo pod 150 g/l (Kraus et al. 2008).

Limitujícím faktorem funkce kvasinek je vysoký obsah sacharidů. Může nastat varianta, že jsou sacharidy obsaženy v malém množství, vinaři proto musí cukr do moštu přidávat, aby bylo dosaženo optimálního množství alkoholu (Richter 2002). V tabulce 3 je znázorněno zastoupení a obsahy sacharidů ve víně.

**Tabulka 3:** Zastoupení a obsahy sacharidů ve víně mg/l (Velíšek & Hajšlová 2009)

Sacharid	Obsah (mg/l)	Sacharid	Obsah (mg/l)
Melibióza	stopy–1	Celobióza	2–7
Sacharóza	0	Fukóza	2–9
Rafinóza	0–1	Manóza	2–37
Trehalóza	0–61	Rhamnóza	2,2–121
Xylóza	0,6–146	Ribóza	6,3–62
Maltóza	1–5	Galaktóza	6,3–249
Laktóza	1–5	Glukóza	56–25000
Arabinóza	1–242	Fruktóza	93–26500

Vína mohou být rozdělena na suchá, polosuchá, polosladká a sladká. Nejnižší množství cukru mají vína suchá - 4 g/l. Polosuchá do 12 g/l, dále polosladká vína mají obsah cukru do 40 g/l. Nejvíce cukru obsahují vína sladká, kde se obsah cukru pohybuje nad hranicí 45 g cukru/l (Kraus et al. 2008).

### 3.5.3 Kyseliny

V průběhu zrání hroznů nejprve vzniká jablečná kyselina a poté vinná kyselina. Právě tyto dvě kyseliny jsou nejčastěji zastoupené kyseliny (Steidl 2010). Vinná kyselina se vyskytuje ve víně v rozsahu 35–70 % a její obsah je prakticky neměnný. Podstatný vliv na kvalitu vína má právě poměr těchto dvou kyselin. Pokud je vinná kyselina ve vyšším obsahu v daném roce úrody, jedná se o dobré ročníky. Během zpracování, konkrétně při kvašení a zrání vznikají i kyseliny, které se v bobulích původně nenachází – nevznikají fotosyntézou. Například jablečná kyselina se působením kvašení mění na oxid uhličitý a kyselinu mléčnou. Zralé víno se tak vyznačuje tím, že obsahuje velké množství kyseliny mléčné a nižší obsah kyseliny jablečné (Richter 2002).

Kyseliny se dělí na dvě skupiny: těkavé a vázané. Nejběžnější těkavou kyselinou je octová kyselina. Kyselost neboli pH vína ovlivňuje vinná, mléčná, jablečná, jantarová, fumarová,



šťavelová, citrónová kyselina (Soleas et al. 1997). Tyto kyseliny jsou však obsaženy v minoritním množství (Kraus et al. 2008).

Jejich celkové množství ve víně se pohybuje mezi 4–8 g/l (Soleas et al. 1997) a je ovlivněno odrudou, ročníkem, vyzrálostí hroznů či obsahem plísní (Kumšta 2007; Steidl 2010). Obsah plísní také ovlivňuje zastoupení kyselin. Až 90 % kyselin je odbouráno napadením mokré plísně (Kumšta 2007).

#### **3.5.4 Minerální látky (popeloviny)**

Minerální látky se do rostliny dostávají z půdy. Z půdy přechází do letorostů, dále do třapiny a nakonec do bobule, kde se částečně minerální látky uloží (Michlovský 2014a).

Obsah minerálních látek v rostlině ovlivňuje například odrůda, počasí, obsah minerálních látek v půdě či přidávání živin do půdy v průběhu zrání.

Nejvyšší obsah z kationtů tvoří draslík, dále hořčík, který může působit ve víně jako hořká látka, vápník a sodík. Z aniontů jsou přítomny sírany, fosforečnany, uhličitany a chloridy. V minoritních množstvích je obsažen bór, křemík, železo a mangan (Steidl 2010).

#### **3.5.5 Polyfenoly**

Tato kapitola byla více rozepsána, jelikož resveratrol, látka, v které se téma této diplomové práce věnuje, spadá do této skupiny.

Polyfenoly patří mezi organické fenolické látky, v jejichž molekule se nachází více než jedna hydroxylová skupiny (Čepička & Karabín 2002). Jedná se o látky rozpustné ve vodě, mají částečně nepolární charakter (Kumšta 2006). Fenolické sloučeniny mají vliv na charakteristiku vína. Jejich obsah v červených vínech je oproti obsahu ve vínech bílých odlišný. Ve vínech červených je jejich zastoupení vyšší. Najdeme je jak v dužině i semenech, tak i ve slupce a třapině. Rostlinné polyfenoly jsou rozšířeny v různých částech rostlin – v kůře, kořenech i plodech. Jsou charakteristické řadou společných vlastností. V přírodě chrání rostliny před oxidačním stresem, dodávají jim charakteristické zabarvení, plodům vůni i chuť. Trpce svíravá chuť a schopnost některých polyfenolů inhibovat trávicí enzymy způsobuje omezení herbivorům konzumovat tyto rostliny. Tato vlastnost může být jeden z možných obranných mechanismů rostliny (Čepička & Karabín 2002).

Jsou to chemické sloučeniny, které se podílejí na barvě, chuti-hořkosti, průběhu stárnutí moštu a vína, jímavosti kyslíku, stahujícím pocitu v ústech a mají antioxidační vlastnosti (Kraus et al. 2008; Michlovský 2014a). V naší potravě jsou rostlinné polyfenoly, hned po vitaminu C, nejvýznamnějšími přírodními potravními antioxidanty (Houser 2004). Jsou také nejhojnějšími antioxidanty ve stravě. V porovnání s vitaminem C je jejich příjem asi desetinásobně vyšší. Oproti vitaminu E a karotenům dokonce stonásobně vyšší (Scalbert et al. 2005). Polyfenoly patří mezi komplexní antioxidanty. Tyto biochemické sloučeniny mají významné důsledky pro veřejné zdraví, proto je důležité znát zdroje těchto antioxidantů. Považují se za nejhojnější složku antioxidantů v dietě (Watson et al. 2014). Dietní fenolické látky jsou silnými antioxidanty, jsou schopny neutralizovat radikály předáváním elektronů nebo atomů vodíku k široké škále reaktivních forem kyslíku, dusíku a chlóru. Režim antioxidační aktivity polyfenolů

se může zakládat na přenosu atomů vodíku nebo na přenosu elektronu protonem. Nicméně antioxidační potenciál konkrétní fenolické sloučeniny závisí hlavně na počtu a poloze hydroxylových skupin v molekule (Zhang & Tsao 2016). Výzkum antioxidačních vlastností a jejich účinků na prevenci onemocnění začal u flavanoidů a polyfenolů až po roce 1995. Důvodem tohoto pozdního zkoumání je značná rozmanitost a složitost jejich chemických struktur (Scalbert et al. 2005). Právě antioxidační aktivita polyfenolů vede ke snížení oxidačního stresu (Umeno et al. 2016). Polyfenoly mají také vliv na oběhový systém. Dřívější výzkumy prokázaly, že strava bohatá na rostlinné polyfenoly snižuje výskyt kardiovaskulárních onemocnění. Antioxidační účinek polyfenolů může mít za následek vazodilataci, antitrombotické, protizánětlivé, antiapoptotické, hypolipidemické a antiaterogenní účinky, které jsou schopny snížit kardiovaskulární riziko. Kardiovaskulární onemocnění je hlavní příčinou úmrtnosti v dnešním světě (Quiñones et al. 2013). Tyto látky mají vliv na diabetes. Většina polyfenolů je schopna inhibovat aktivitu amylasy a glukosidázy, tím je inhibována absorpce glukosy ve střevech. Další funkcí je zlepšení inzulínové rezistence. Každodenní příjem polyfenolů může zabránit zvyšování oxidačního stresu a snížit tak riziko vzniku diabetu 2. typu (Umeno et al. 2016).

Bylo odhadnuto, že 5–10 % celkového příjmu polyfenolů je absorbováno v tenkém střevě. Zbývajících 90–95 % přijatých polyfenolů je absorbováno ve střevu tlustém. Zde jsou polyfenoly podrobeny střevní mikrobiotě. Mikrobiota tlustého střeva je zodpovědná za štěpení původních forem polyfenolických struktur na fenolické metabolity, jejichž molekulová hmotnost je nízká, tudíž vstřebatelná a mohou být odpovědné za účinky na zdraví než původní sloučeniny nalezené v potravinách. Individuální složení mikroflóry má za následek rozdílnou biologickou dostupnost a bioúčinnost polyfenolů a jejich metabolitů. Polyfenoly ze stravy mohou i složení střevního mikrobiomu pozitivně ovlivnit (Cardona et al. 2013).

Podílí se na eliminaci nebezpečných volných radikálů v organismu (Houser 2004). Přesněji buňky reagují na polyfenoly přímou interakcí s receptory nebo enzymy, které se podílejí na přenosu signálu, což může vést ke změně redoxně závislých reakcí (Scalbert et al. 2005). Radikály jsou atomy nebo molekuly, které mají nepárový elektron (Greenstock 1984). Poškozují lipidy a tím buněčné membrány a organely (například mitochondrie). Jejich narušení ovlivní i jejich funkce. Dále volné radikály napadají aminokyseliny, které tvoří základní prvky proteinových struktur. Také způsobují škody na genetickém materiálu tím, že napadají nukleové kyseliny (DNA, RNA), to ovlivňuje funkci, růst a opravu buněk v závislosti i na správné funkci bílkovin. Škody na dědičném materiálu jsou prvním krokem ve vývoji karcinomu. Volné radikály jsou také schopny způsobit lysozomové destrukce. Lysozomy jsou váčky obsahující enzymy. Pokud dojde ke zničení lysozomů, enzymy se uvolňují a buňka se rozkládá (Aldred 2009).

### 3.5.5.1 Rozdělené polyfenolů

V následujících kapitolách popíši dělení polyfenolů.

#### Fenolické kyseliny

Jsou děleny do dvou hlavních skupin: deriváty benzoové kyseliny a deriváty skořicové kyseliny. Hydroxyskořicová kyselina se vyskytuje hlavně ve slupce, v dužnině je v nižších množstvích. Naopak jsou v dužnině zastoupeny hydroxybenzoové kyseliny ve formě gallové kyseliny (Rayess 2014).

Mezi deriváty kyseliny skořicové řadíme kyselinu p-kumarovou, kyselinu kávovou, kyselinu ferulovou. Tyto kyseliny snadno oxidují a mohou za hnědnutí bílých moštů a vín. Oxidací mění barvu. Z původní bezbarvé se změní na žlutou až hnědou barvu. V průběhu zrání se obsah této kyseliny zvyšuje (Manach et al. 2004).

V nízkých koncentracích jsou zastoupeny deriváty kyseliny benzoové. Do této skupiny spadají p-hydroxybenzoová, gallová, salicylová, vanilinová a syringová kyselina. V hroznech jsou přítomny ve formě glykosidů (Fic & kolektiv 2015). Významnější obsahy kyseliny hydroxybenzoové obsahují červené plody, černé ředkvičky a cibule (Manach et al. 2004).

#### Flavonoidy

Mezi flavonoidy můžeme řadit flavonoly, flavony, isoflavony, flavanoidy, anthokyanidiny a flavanoly. Nejvíce všudypřítomným flavonoidem jsou flavonoly. Mezi hlavními představiteli flavanolů patří kvercetin a kaempferol. Nejbohatšími zdroji je cibule, pórek, brokolice a borůvky (Macheix et al. 1990). Dalším bohatým zdrojem je čokoláda (Lakenbrink et al. 2000).

#### Stilbeny

V lidské stravě se nacházejí pouze v malých koncentracích. Významným představitelem je resveratrol (Manach et al. 2004).

#### Lignany

Jedná se o látky rozpustné ve vodě, mají částečně nepolární charakter (Kumšta 2006).

Fenolické sloučeniny mají vliv na charakteristiku vína. Jejich obsah v červených vínech je oproti obsahu ve vínech bílých odlišný. Ve vínech červených je jejich zastoupení vyšší. Najdeme je jak v dužnině, semenech, tak i ve slupce a třapině.

Jsou to chemické sloučeniny, které se podílejí na barvě, chuti-hořkosti, průběhu stárnutí moštu a vína, jímavosti kyslíku, stahujícím pocitu v ústech a mají antioxidační vlastnosti (Kraus et al. 2008; Michlovský 2014a). Jako antioxidanty jsou velmi významné. Po kyselině askorbové je můžeme řadit jako nejvýznamnější přírodní antioxidanty v potravě. V potravě jsou zhruba desetinásobně hojnější ve zmíněném vitamínu C (Scalbert et al. 2005).

V samostatné kapitole bude níže popsán polyfenol resveratrol.

### 3.5.6 Dusíkaté sloučeniny

Dusíkaté látky se vyskytují v bobulích i v moštu, nejvíce v podobě aminokyselin, bílkovin, amonných sloučenin a vitaminů. Nevyskytují se ve vysokých množstvích. Jejich obsah u různých odrůd je ovlivněn hlavně genetikou, nepomíjivý vliv má také zavlažování, klimatické podmínky, výživa, zralost, zdravotní stav a také lisování, macerace, odkalení.

Jejich přítomnost je významná pro výživu kvasinek. Pokud je obsah dusíku nízký, dochází k lepivé a stagnující fermentaci vína. Tento problém se dá řešit přidáním fosforečnanu amonného (Gutiérrez et al. 2012; Michlovský 2014a).

### 3.5.7 Aromatické látky

Aromatické látky jsou těkavé. Tento pojem zahrnuje vonné a chuťové látky u moštu a vína, které se označují pojmem buket (Steidl 2010). Na výsledku chemického profilu se podílí hlavně odrůda, kvasinka *Sacharomyces cerevisiae*, zrání a stárnutí (Styger et al. 2011).

Kvasinky mohou ovlivňovat vinné aroma těmito mechanismy:

1. Z volných částic moštu tvoří látky, které ovlivňují aroma a chuť.
2. Vytváří enzymy schopné transformovat z částic neutrálních na chuťové látky.
3. Od počátku syntetizují primární (např.: glycerol, ethanol, acetaldehyd, octová kyselina) a sekundární metabolity (např.: mastné kyseliny, estery, vyšší alkoholy), které ovlivňují chuť (Styger et al. 2011).

Rozlišujeme čtyři typy aromat:

1. primární aroma – aromatické látky se vyskytují v nepoškozených bobulích
2. sekundární aroma – vytvářejí se, když se hrozny zpracovávají nebo při chemických, chemicko-enzymatických nebo tepelných reakcích ve vinném moštu
3. kvasný buket – aromatické látky, které jsou tvořeny během alkoholového kvašení
4. buket vznikající při zrání vína – vzniká při chemických reakcích v průběhu zrání v lahvi (Pavloušek 2005)

Jako vonné látky se u vína dají označit alkoholy, estery, které jsou lehce těkavé. Naopak špatně těkavé jsou chuťové látky jako jsou substance: organické kyseliny, fenolické sloučeniny, cukry (Steidl 2010).

### 3.5.8 Vitaminy

Obsahy vitaminů jsou odlišné u vín červených oproti bílým vínům. Červená vína obsahují více vitaminů (Steidl 2010). Jejich obsah je ovlivněn odrůdou a způsobem vinifikace (Michlovský 2014a). V nízkých koncentracích jsou přítomny v buňkách dužiny, při lisování přechází do moštu jen podíl vitaminů. Zbývající množství zůstává ve slupce a ve výliscích. Jejich množství ve víně není výživově významné, nicméně jejich přítomnost je významná pro metabolismus kvasinek. Jsou účastníky fyzikálně chemických a biochemických procesů. Jejich přítomnost se snižuje při fermentaci a skladování (Fic & kolektiv 2015).

- Vitaminy skupiny B

Jsou využívány kvasinkami během fermentace. Autolýzou kvasinek se jejich obsah zvyšuje. Při působení SO<sub>2</sub> se množství snižuje (Fic & kolektiv 2015).

B<sub>1</sub> Hromadí se v dužnině. Z toho lze usoudit, že jeho obsah je stejný jak v bílých, tak červených vínech. Je citlivý na zasíření, je růstovým faktorem kvasinek.

B<sub>2</sub> Je citlivý na světlo, není růstovým faktorem kvasinek. Ke konci alkoholového kvašení je kvasinkami vylučován – ve víně je jeho obsah vyšší než v moštu.

B<sub>3</sub> Zdrojem pro kvasinky, v průběhu zpracování jeho obsah klesá.

B<sub>5</sub> Hromadí se v hroznech. Je růstovým faktorem kvasinek. V moštu se nachází jen malé množství. Kvasinky vitamin B<sub>5</sub> syntetizují a vylučují do prostředí, proto je obsah tohoto vitamínu stejný jak v moštu, tak ve víně.

B<sub>6</sub> Tento vitamin se ve víně vyskytuje.

B<sub>7</sub> Tento vitamin patří mezi jeden z hlavních růstových faktorů kvasinek.

B<sub>9</sub> a B<sub>12</sub> Tyto vitaminy se ve víně nenachází (Michlovský 2014a).

- Vitamin C

Ve víně je obsah tohoto vitamínu nízký, z důvodu probíhající fermentace. Je významným antioxidantem. Oxidací se jeho obsah ve víně snižuje (Fic & kolektiv 2015; Michlovský 2014a).

- PABA (p-aminobenzoová kyselina)

Zvláštností je, že obsah této kyseliny se během fermentace zvyšuje (Fic & kolektiv 2015).

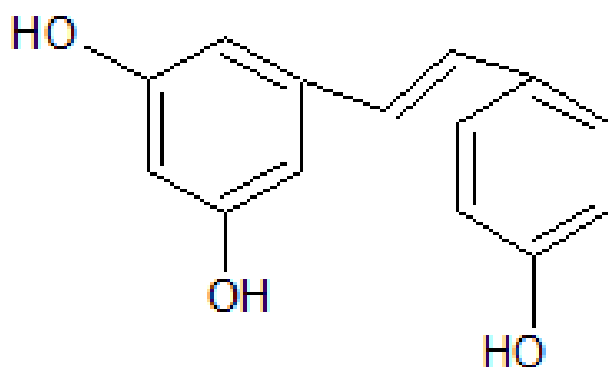
### 3.5.9 Oleje

Oleje jsou přítomny v semenech. K jejich uvolnění ze semene může dojít při drcení nebo vlivem působení silnějšího tlaku. V semenech jsou zastoupeny nasycené i nenasycené mastné kyseliny. Nenasycené mastné kyseliny jsou obsaženy v množství okolo 90 %. Mezi nejhojněji zastoupené nenasycené mastné kyseliny patří k. linolová (C18:2), k. olejová (C18:1), ve stopových množstvích dále k. linolenová (C18:3) a k. palmitová (C16:1). Zbytek, tedy 10 % tvoří nasycené mastné kyseliny a to převážně k. palmitová (C16:0) a k. stearová (C18:0). Pokud dojde k oxidaci, dochází ke zhoršení sensorických vlastností produktu (Passos et al. 2010).

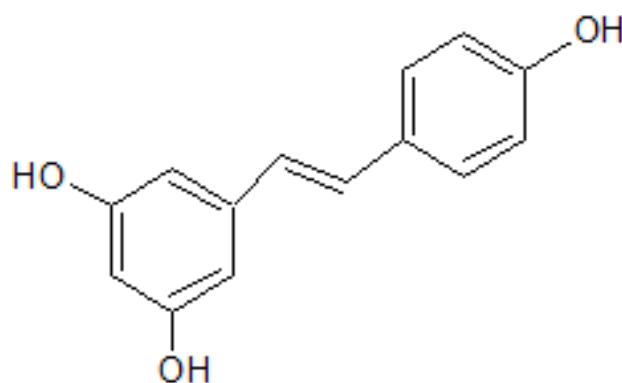
### 3.6 Resveratrol

Resveratrol (3,4',5-trihydroxystilben) je přírodní polyfenol se strukturou stilbenu (Gambini et al. 2015). Tato látka byla poprvé získána z kořene Kýchavice velkokvěté (*Veratrum grandiflorum*) v roce 1940. Z důvodu biologických účinků je resveratrol velmi intenzivně studovanou látkou ve světě. Jaký vliv má na organismus člověka se věda zabývá již od 80. let 20. století (Šamánek & Urbanová 2010).

Základní strukturu tvoří dva fenolové kruhy spojené dvojnou vazbou. Právě dvojná vazba umožní existenci dvou geometrických izomerů, a to *cis*- a *trans*- (obrázek 2, 3) (Gambini et al. 2015). U rostlin se vyskytuje směs obou izomerů, častěji převažuje forma *trans*-. Resveratrol se může vyskytovat i ve formě glykosidů.  $\beta$ -glukosyloxy-skupina se váže buď v poloze 3- (piceid – triviální název) nebo v poloze 4' (resveratrolsoid). Obě dvě tyto skupiny se mohou vyskytovat ve formě *cis*- i *trans*- (Šamánek & Urbanová 2010).



**Obrázek 2:** *Cis*-resveratrol (vlastní zdroj – ChemSketch)



**Obrázek 3:** *Trans*-resveratrol (vlastní zdroj – ChemSketch)

### 3.6.1 Vlastnosti a biologické účinky

Resveratrol vykazuje širokou škálu příznivých vlastností. S velkou pravděpodobností je to způsobeno jeho molekulární strukturou. Ta umožňuje, že resveratrol je schopen se vázat na mnoho biomolekul.

Jedna z významných vlastností resveratrolu je, že se chová jako protirakovinná látka. Funguje jako prevence rakoviny prostaty, prsu, jícnu, žaludku, střev, pankreatu, štítné žlázy, nádorů hlavy, krku a dalších (Urbanová & Šamánek 2018). Při testech na laboratorních zvířatech byla zjištěna účinná denní dávka k prevenci rakoviny cca 500 µg. Pro člověka by to bylo zhruba 500 mg na den úměrně jeho hmotnosti.

Resveratrol se chová jako antioxidant a je protizánětlivý (Gambini et al. 2015). Je schopen ovlivnit metabolismus lipidů a tlumí srážení krevních destiček (Pazdera 2014). Toho je schopen především díky schopnosti být nepřátelský k androgenním receptorům. Další možnou schopností je také náznak zesílení účinků léků proti retrovirům. A dalším účinkem je omlazovací efekt – oddaluje stárnutí a prodlužuje život. Důležité je ale podotknout, že tyto příznivé účinky na zdraví jsou prokázány pouze u pokusů na buňkách ve zkumavkách, u pekařského droždí, u hmyzu (například červů) a malých zvířatech (Urbanová & Šamánek 2018).

Látky z rostlin jsou lidmi využívány k léčbě a prevenci již dlouhá léta. Již od nepaměti jsou přípravky s obsahem resveratrolu využívány v japonské lidové medicíně (Kojo-kon). Používají se k léčbě opařenin, spálenin, zánětlivých onemocnění (plísňových i bakteriálních), k léčbě aterosklerózy, poruch metabolismů tuků a pro další terapeutické účely (Kolouchová et al. 2005).

### 3.6.2 Výskyt v přírodě

Jak již bylo zmíněno, resveratrol byl poprvé získán z podzemní části Kýchavice velkokvěté, *Veratrum grandiflorum* A. Gray (*Liliaceae*) (obrázek 4) (Šmidrkal et al. 2001). Bylo to roku 1940. Tato trvalka je také léčivou rostlinou, která se vyskytuje hlavně v Číně a Japonsku (Weiskirchen & Weiskirchen 2016). Následně byl resveratrol nalezen v dalších více než 72 rostlinných druzích. Tyto rostlinné druhy patří systematicky do 31 rodů a 12 čeledí. Postupně se počet rostlinných druhů obsahujících resveratrol zvyšuje, a to díky zdokonalování analytických metod (Šmidrkal et al. 2001).



**Obrázek 4:** *Veratrum grandiflorum*

(dostupné z: [http://www.efloras.org/object\\_page.aspx?object\\_id=89549&flora\\_id=800](http://www.efloras.org/object_page.aspx?object_id=89549&flora_id=800))

Zdrojem těchto látek jsou zelenina, ovoce (černý jeřáb, černý rybíz), káva, čaj, červené víno, obiloviny a čokoláda (Kolouchová et al. 2005; Scalbert et al. 2005). Množství 1 mg resveratrolu je obsaženo v 0,4–2,5 kg zeleniny. Z hlediska obsahu resveratrolu se pro konzumaci zeleniny jeví jako vhodné zejména konzumace červeného zelí, červená řepa nebo brokolice. Jako nejlepší pro získání resveratrolu se nabízí kombinace zeleniny a vína, což naznačuje na stravovací zvyky Francouzů (Šmidrkal et al. 2001). Rostlinné polyfenoly jsou rozšířené v celé rostlině – v kůře, kořenech i plodech (Čepička & Karabín 2002). Dle Lachman et al. 2016, kteří porovnávali obsahy *trans*-resveratrolu ve výhoncích, listech a úponcích u šesti odrůd révy vinné byl nejvyšší obsah *trans*-resveratrolu zaznamenán ve výhoncích.

V rostlině se obvykle vyskytuje varianta *trans*-isomeru (Šmidrkal et al. 2001).

V rostlinném materiálu jsou přítomny také tzv. konstitutivní stilbeny, což jsou oligomery (přesněji dehydrooligomery) resveratrolu (Šamánek & Urbanová 2010).

Koncentrace resveratrolu v rostlinách závisí na různých faktorech. Například u vinic jsou dva nejdůležitější faktory počasí a přítomnost houby. Bylina Křídlatka japonská (*Polygonum cuspidatum*) je nejbohatším zdrojem resveratrolu. V naší kultuře je méně důležitá. Její kořenový extrakt hrál velmi důležitou roli v japonské a čínské tradiční medicíně. Ve skutečnosti



je to hlavní aktivní složka ko-jo-kon, která se používá při léčbě několika kardiovaskulárních onemocnění.

*Veratrum formosanumh* je rostlina bohatá na resveratrol, který je umístěn v oddencích a kořenech. Pokud je rostlina *Veratrum grandiflorum* (ze které byl poprvé získán) poškozena jakýmkoliv chemickým zpracováním, je vysoký obsah resveratrolu substituován v listech této rostliny. Přípravek z této rostliny je tradičně používán ve východní Asii k léčbě hypertenze (Gambini et al. 2015).

Resveratrol patří mezi fytoalexiny (Šamánek & Urbanová 2010). Tyto chemické látky jsou charakterizovány nízkou molekulovou hmotností a schopností inhibovat průběh některých infekcí (Gambini et al. 2015). Fytoalexiny jsou sekundární metabolity rostlin, které se začínají tvořit de novo, nebo vznikají ve větším obsahu jako odpověď na stres. Ten je způsoben např. mechanickým poškozením, UV zářením, ozónem (Šamánek & Urbanová 2010). Ve skutečnosti je resveratrol produkován více než sedmdesáti druhy rostlin v reakci na zmíněné stresující situace (Gambini et al. 2015). Dále se mohou tvořit, pokud rostlinu napadnou nepatogenní nebo avirulentní bakterie, viry nebo houby. Proti bakteriím či houbám jsou některé fytoalexiny imunní, jiné jsou proti infekci hub, bakterií či virů neúčinné (Šamánek & Urbanová 2010).

Většina studií se zabývá stanovováním resveratrolu ve vínech – hroznech, slupkách a peckách. Studie probíhají z důvodu jeho významu s protinádorovými, protianthritydovými a hypoglykemickými vlastnostmi. Mezi další pozitivně testované patří ovoce, zelenina, arašidy a další (Kolouchová et al. 2005; McMurry 2015).

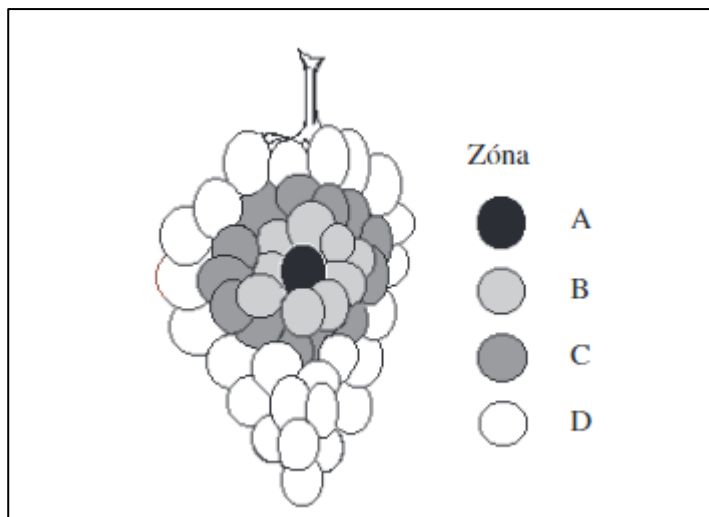
### 3.6.3 Výskyt resveratrolu v červených a bílých vínech

Nejvíce resveratrolu je obsaženo ve slupkách hroznového vína. Více resveratrolu se nachází ve víně červeném než v bílém. Důvodem je rozdílná technologie zpracování hroznů. Slupky červeného vína se účastní kvasícího rmutu a tudíž je obsah resveratrolu v červených vínech vyšší (Soleas et al. 1997).

V červených vínech je koncentrace resveratrolu okolo 2–6 mg/l. Ve vínech bílých se obsah resveratrolu pohybuje v rozmezí 0,2–0,8 mg/l (Velíšek & Hajšková 2009).

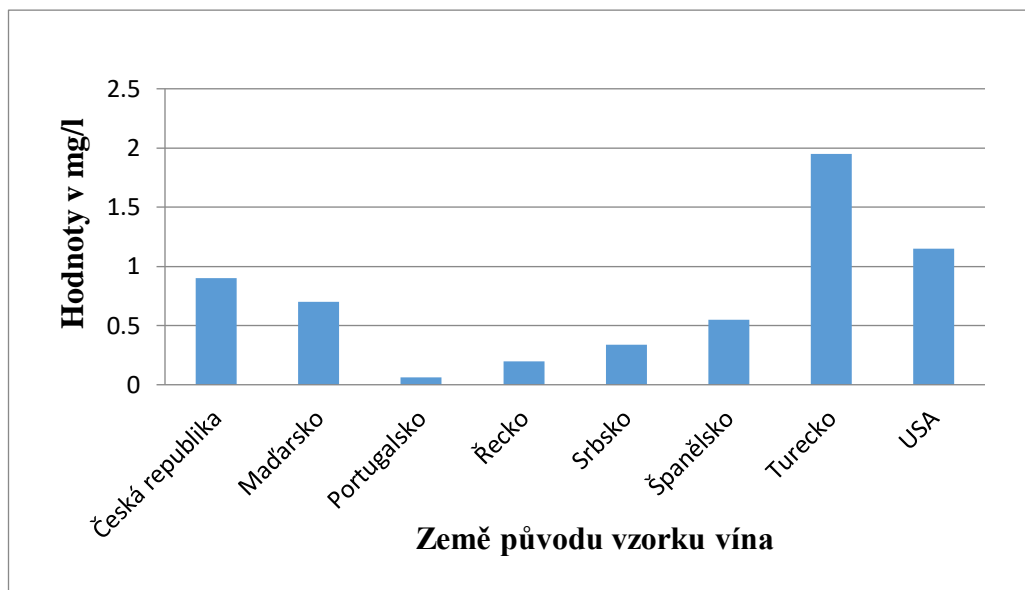
V oblasti jižní Evropy a zámoří mají červená vína podstatně nižší obsah resveratrolu, než vína z Čech a Moravy. V našich půdně-klimatických podmínkách je nezbytné, aby réva vinná odolávala životním stresům, a tak produkuje ochranné látky ve větším množství (Šrámek & Urbanová 2010).

Syntéza resveratrolu se pravidelně snižuje během procesu dozrávání hroznů, což vysvětluje rostoucí citlivost zralých plodů na infekci *Botrytis cinerea* (Gambini et al. 2015). Z obrázku 5 lze podle modelu révy vinné pochopit, že zóna A představuje místo napadení infekcí a je zde nízký obsah resveratrolu. V zóně B je maximální koncentrace resveratrolu asi až 4x vyšší než v napadené zóně A. Se zvyšující se vzdáleností směrem ven od zóny B (zóna C a zóna D), obsah resveratrolu pozvolna klesá.



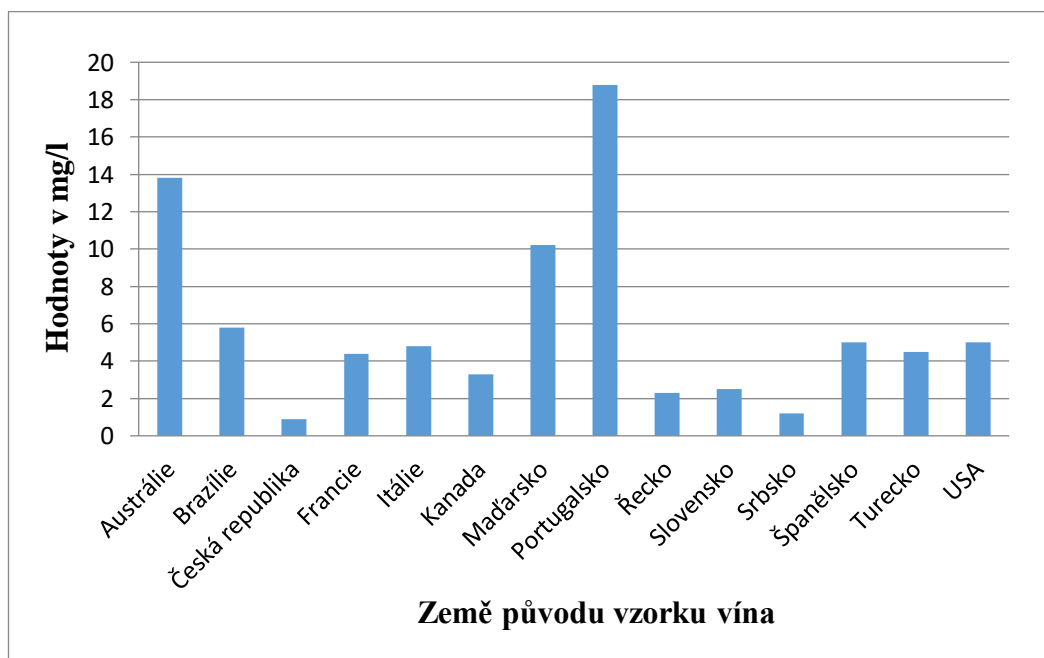
**Obrázek 5:** Hrozen révy vinné napadený plísní *Botrytis cinerea* (Šmidrkal et. At 2001)

Koncentrace resveratrolu v rostlinách závisí na různých faktorech. Například u vinic jsou náchylné na počasí a přítomnost různých hub. Resveratrol je jedním z nejvíce studovaných látek červeného vína (Gambini et al. 2015). Obsah *trans*-resveratrolu u bílých vín v evropských zemích se pohybuje v rozsahu 0,034–0,875 mg/l. Vrchních hodnot dosahuje Česká republika, Maďarsko a Španělsko. Porovnání obsahů resveratrolu v bílých vín ve vybraných zemích je znázorněno v grafu 1. Zajímavá je diference obsahu *trans*-resveratrolu mezi sousedícími státy Španělskem a Portugalskem. Dalo by se předpokládat, že když mají prakticky stejné klimatické podmínky, jejich obsah *trans*-resveratrolu by měl být přibližně rovný, srovnatelný. Ovšem není tomu tak. Mezi možnými důvody může být odlišná poloha vinic, rozsah poškození hroznů stresovými faktory nebo rozdílná technologie výroby při zpracování hroznů (Gürbüz et al. 2007).



**Graf 1:** Obsah *trans-resveratrolu* (mg/l) v bílých vínech podle původu (Gürbüz et al. 2007)

Červená vína obsahují až několikanásobně více *trans-resveratrolu* než bílá vína. Důvodem patrně je jejich vysoký obsah ve slupkách hroznů. Hrozny se během výroby tohoto vína rozemelou a nechají macerovat, aby bylo dosaženo požadované barvy vína. V průběhu tohoto procesu přejde největší část *resveratrolu* do samotného vína (Gürbüz et al. 2007). Vyobrazení obsahů *resveratrolu* v červených vínech v některých zemích je znázorněno v grafu 2.



**Graf 2:** Obsah *trans-resveratrolu* (mg/l) v červených vínech podle původu (Gürbüz et al. 2007)

### 3.7 Francouzský paradox

Francouzské obyvatelstvo je známé jejich láskou k vínu a nízkým obsahem výskytu srdečních chorob. Právě nízký výskyt ischemických srdečních chorob Francouzů a jejich strava, která je bohatá na cholesterol a nasycené mastné kyseliny dala vzniku pojmu „Francouzský paradox“. Prvním bodem, který vysvětluje „francouzský paradox“ je, že francouzský průměrný denní jídelníček obsahuje 16–100 gramů tuků, což je oproti jiným státům dvojnásobné množství. Do jejich běžných každodenních jídelníků patří: tučné sýry, smetana, jogurty, máslo, omáčky, ovoce, zelenina, vnitřnosti, libové maso, ryby, dezerty, pečivo. Druhou domněnkou „Francouzského paradoxu“ je, že francouzské obyvatelstvo pije víno v malých, ale pravidelných dávkách. Francouzi vypijí ve srovnání s českým obyvatelstvem více než trojnásobek vína za rok. Francouzské obyvatelstvo vypije průměrně 70 litrů vína na obyvatele ročně a Češi v průměru 20 litrů vína na obyvatele za rok. Evropský průměr je vyšší – 36 litrů vína na obyvatele za rok (Šamánek & Urbanová 2010).

### 3.8 Zpracování hroznů a technologie výroby vína

Vinifikace, neboli výroba vína, je proces, kdy jsou hrozny přeměňovány ve víno (Grainger & Tattersall 2005). Výroba vína z bobulí révy vinné by měla splňovat požadavky dané vinařským zákonem a zvláštními předpisy. Výrobce je nucen dodržet požadavky týkající se výroby, jakosti a zdravotní nezávadnosti (Kraus et al. 2010; Steidl 2010). Ve vinařských oblastech v Čechách a na Moravě počíná vinobraní velmi raných odrůd již kolem druhé poloviny září. Naopak u některých odrůd může být sklizeň dokonce až v polovině listopadu. Za nejpracnější část v technologii výroby vína se považuje sklizeň (Fic & kolektiv 2015).

#### 3.8.1 Technologie výroby červených vín

Výroba vín červených je složitější než výroba bílých vín. V technologii výroby červeného vína se klade důraz na „biologickou zralost hroznů“. Barvu, kterou červená vína mají, dávají antokyanová barviva (Pavloušek 2007b).

Výroba červeného vína se od bílého liší procesem kvašení, které probíhá před lisováním. Při této operaci dojde k vyluhování barviv ze slupek (Kuttelvašer 2003). Pokud by nedošlo k nakvašení rmutu a došlo by k lisování hroznů hned po sklizni, výsledkem by byl jen lehce zbarvený (narůžovělý) mošt. Tímto způsobem vznikají bílá vína vyráběná z hroznů s modrou barvou slupky. Příkladem jsou vína zvaná klaret (Grainger & Tattersall 2005).

#### 3.8.2 Technologie výroby bílých vín

Velká část hroznů, která je sklizena na vinicích v Čechách a na Moravě je použita právě na výrobu vín bílých. U výroby vína jsou důležité nejen správné mechanické postupy, ale i citlivost vinaře (Kraus et al. 2008).

### 3.8.2.1 Zrání a stanovení termínu sklizně

Zrání bobulí je závislé hlavně na teplotě a množství vláh.

Termín sklizně se stanovuje dle tří klíčových termínů: průměrné datum kvetení dané odrůdy, průměrné datum zaměkávání bobule a průměrné datum fyziologické zralosti hroznů. Výbornou pomůckou pro zjištění, zda je hrozen zralý, je pravidelná ochutnávka bobulí.

Lze měřit i tzv. index zralosti, což je hodnota cukernatosti v g/l, dělená obsahem veškerých kyselin v g/l. Požadované hodnoty se pohybují v rozsahu 20–30 g/l. Dle tohoto indexu lze odhadnout přirozený obsah alkoholů. Nezáleží však jen na cukernatosti, ale i na obsahu kyselin a zdravotním stavu révy vinné (Kraus et al. 2008).

### 3.8.2.2 Sklizeň

Aby nedošlo ke zředění moštu, provádí se sklizeň ve dnech bez deště. Pokud je réva vinná zdravá, provádí se jednorázová sklizeň. Jeli hrozno napadeno hnílobou, sklizeň je dvoufázová. Nejprve se sklídí napadené hrozno, ve druhé fázi se pak sklídí zdravé hrozny. Sklizeň se provádí ruční nebo mechanizovaná. Pro ruční sklizeň jednoho hektaru je zapotřebí 250 hodin práce, mechanický sklízeč je schopen sklidit za den 3–4 hektary (Kraus et al. 2008).

### 3.8.2.3 Odstopkování a drcení

Odstopkování se provádí co nejdříve po sklizni. Při odstopkování dochází k oddělení třapiny od bobule (slupky, semene, dužniny). U výroby bílých vín je tento krok nezbytný, naopak u modrých odrůd révy vinné se tento krok může vynechat (záleží však na vinaři). Pokud by třapiny zůstaly, mohly by způsobit nepříjemnou hořkou chuť po třapinách ve víně. Proces drcení se provádí s cílem co největší výtěžnosti moštu při další fázi – lisování. Cílem je také nepoškodit semena, které stejně jako třapiny přináší hořkou chuť. Hrozny se úplně rozemílají nebo částečně drtí a vzniká rmut (= narušené bobule a mošt) (Pavloušek 2010; Steidl 2010).

Po této fázi může docházet k síření rmutu přidávkem SO<sub>2</sub>. Význam vysvětlen v další kapitole později.

### 3.8.2.4 Macerace

Proces macerace je možné použít při výrobě bílých, červených i růžových vín. Rozdíl v technologii výroby mezi jednotlivými barevnými odrůdami je doba naležení rmutu. Nejčastěji se tento proces používá při výrobě vín červených. Macerací se rozumí uvolňování látek obsažených ve slupkách, semenech a případně z třapin. Přítomnost třapin může však negativně ovlivnit chuť vína (Ackermann 2007; Michlovský 2015).

Nejčastěji se macerace provádí v rozsahu 12–20 hodin při řízené teplotě 10–15 °C za absence kyslíku.

Vína, která prošla procesem macerace, mají obvykle vyšší obsah aminokyselin, které podpoří rychlý nástup kvašení a plynulé prokvašení. Obsahují vyšší obsah polysacharidů a bílkovin. Vyšší obsah bílkovin může přispět k tvorbě bílkovinných zákalů (Pavloušek 2010).

### 3.8.2.5 Získávání moštu

#### Scezování a lisování

Při výrobě vína dochází před samotným lisováním ke scezování rmutu. Tento proces se provádí z důvodu zmenšení objemu rmutu až o 40 %, následné lisování je tudíž snazší a rychlejší. Scezování probíhá nejčastěji ve scezovacích nádobách. Mošt, který byl samovolně uvolněn scezením se nazývá samotok (Kraus et al. 2010).

Lisování probíhá u výroby bílého vína před kvašením a u výroby červeného vína po kvašení. Proces lisování probíhá pomalu a za nízkého tlaku. Závěrem lisování dochází k nepatrnému zvyšování tlaku. Výtěžnost lisování (neboli výlisnost) se pohybuje v rozmezí 75–80 %, ze 100 kg hroznů lze vytěžit až 80 litrů moštu (Kraus et al. 2010; Steidl 2010). Nejčastěji se používají pneumatické lisy, dále hydraulické či šroubové (Hrabě et al. 2007).

### 3.8.2.6 Úprava moštu před kvašením

Tímto krokem se zajišťuje kvalita finálního výrobku. Jsou sem řazeny technologické kroky: síření, provzdušnění, odkalení a zvýšení cukernatosti.

#### Síření

Síření vína se používá jako prevence výskytu chorob a vad vína. Oxid siřičitý ve víně působí proti bakteriím plísním a anaerobním kvasinkám, dále vykazuje redukční a konzervační účinky. Tento oxid se také aplikuje při potřebě odkalení vína. Množství volného oxidu siřičitého v moštu by se mělo pohybovat v rozmezí 20–25 mg/l (Kraus et al. 2010; Steidl 2010).

#### Provzdušnění

Tento technologický krok se používá v případě, že došlo k použití značně nahnilých hroznů, přesíření moštu nebo při lisování hroznů modrých odrůd révy vinné za účelem výroby bílého vína. U zdravého moštu tento krok neprobíhá (Steidl 2010).

Provzdušnění moštu má pozitivní vliv na kvašení, protože podporuje množení kvasinek.

Negativní vliv má přítomnost kyslíku na činnost oxidačních enzymů, které se podílejí na hnědnutí vína, zvyšuje se i četnost výskytu nechtěných mikroorganismů, např. octových bakterií, které mohou způsobit vady vín (Pavloušek 2010; Steidl 2010).

#### Odkalení

Odkalením se získává čisté víno bez tónů, které by narušovaly vůni a chuť. Pokud je mošt odkalen, bývá následující proces kvašení klidnější.

Mošt, který byl získán mletím, je kalný. Kaly se objevují z důvodu obsahu pevných částic jako jsou zbytky slupek, dužniny, semen, ale také z důvodu obsahu chemických nečistot (látky sloužící k ochraně révy vinné – organické pesticidy a fungicidy) (Kraus et al. 2010; Steidl 2010). Odkalení se provádí z důvodu zachování jemnosti vína. Alkohol, který vzniká při kvašení, by z kalících pevných částic vyluhoval látky nežádoucí (Kraus et al. 2008). Odkalení se provádí buď

kontinuálně s využitím odstředivé síly nebo diskontinuálně za pomoci sedimentace kalů (Steidl 2010).

#### Úprava moštu (úprava cukernatosti a kyselosti)

Úpravou moštu je myšleno zvýšení cukernatosti a snížení obsahu kyselin (Kraus et al. 2008). Cukernatost moštu je zvyšována slazením. Mošt se zpravidla doslazuje v ročnicích, ve kterých bylo nepříznivé počasí a hrozny nestihly dozrát. S klesajícím obsahem cukrů stoupá množství kyselin (Kraus et al. 2010).

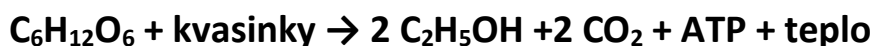
#### 3.8.2.7 Kvašení

Kvašení neboli fermentace, se považuje za základ technologie výroby vína. Tento technologický krok patří mezi nejdůležitější biochemické procesy při výrobě vína (Pavloušek 2010).

V průběhu kvašení dochází k přeměně glukózy a fruktózy na ethanol a oxid uhličitý. Kvašení probíhá pomocí mikroskopických hub-*kvásinek* (hlavně jsou využívány kvasinky *Sacharomyces cerevisiae*). Procesem fermentace dochází k uvolňování i produktů sekundárních (mléčná kyselina, octová kyselina, glycerol a 2,3-butandiol (Grainger & Tattersall 2005; Kraus et al. 2008).

Kvasinky rodu *Sacharomyces* jsou schopné po rozštěpení sacharózy na glukózu a fruktózu využít vzniklé jednoduché cukry k tvorbě alkoholu. V tomto technologickém kroku vznikají z jedné molekuly glukózy dvě molekuly alkoholu a dvě molekuly CO<sub>2</sub> (rovnice 1) (Pavloušek 2010).

**Rovnice 1: Alkoholové kvašení (Pavloušek 2010)**



Ve vinařství se používají 2 typy-postupy kvašení moštů: Spontánní kvašení a řízené kvašení (Pavloušek 2010). Spontánní kvašení patří mezi tradiční technologie výroby vína a tento postup vyžaduje delší čas na výrobu. Pro proces spontánního kvašení vína jsou potřeba dokonale vyzrálé a zdravé hrozny. Žádné kvasinky se do moštu nepřidávají, spoléhá se na činnost kvasinek v bobulích již obsažených. Toto kvašení by mělo nastat do dvou týdnů. Pokud nenastane, je třeba přestoupit k řízenému kvašení a aplikovat aktivní suché vinné kvasinky (ASVK). Kvasinky se na keře révy vinné dostávají z půdy. Nejvyšší obsah kvasinek je na hroznech, které zrají v blízkosti půdního povrchu (Kraus et al. 2008).

Řízené kvašení spočívá v aplikaci ASVK se současným řízením teploty po celou dobu procesu. Výrobce si složení ASVK volí sám z velkých možností (Pavloušek 2010).

Kvašení může být dále rozděleno do 3 fází:

1. Rozkvašování  
V této fázi dochází v časovém rozmezí 2–3 dnů k rozmnožování kvasinek při teplotě kolem 20 °C.
2. Bouřlivé kvašení  
Tato část je charakteristická zvýšeným uvolňováním CO<sub>2</sub> a růstem teploty nad 25 °C. V této fázi vzniká rozkvašený mošt neboli burčák, ve kterém je vyšší obsah cukrů než alkoholu.
3. Dokvašování  
Dochází k omezení činnosti kvasinek. Doba dokvašování je různorodá, může se pohybovat v rozmezí měsíců až půl roku (Hubáček 1997; Kadlec et al. 2009).

### 3.8.2.8 Školení vína

Jedná se o složitý proces technologických operací, které se provádí za účelem zlepšení kvality vína a přípravě k lahvování (Jackson 2014). Do této fáze výroby se řadí doplňování nádob, čiření, síření, filtrace, stabilizace vína, lahvování.

#### Doplňování nádob

Ve skladovacích kádích dochází z důvodu odpařování ke snižování objemu vína. Víno v neplných skladovacích nádobách snadněji oxiduje a je náchylnější na nemoci a vady, z tohoto důvodu je potřeba kádě doplňovat (Hubáček 1997).

#### Čiření

Při procesu čiření se do moštu nebo vína přidává absorpční materiál. Následně dojde k vysrážení nežádoucích látek (např. třísloviny, slizové látky, nestabilní bílkoviny, zbytky mikroorganismů či barviva a kovové ionty), které jsou strhávány ke dnu nádoby a následně jsou odstraněny filtrace. K čiření vín se používají zdravotně nezávadná čířidla - příkladem agar, želatina, bentonit, kasein, Klarsol, Vinogel, čerstvý nebo sušený bílek, vyzina, kasein, taniny (Kuttelvašer 2003; Pavloušek 2010; König et al. 2017).

#### Síření

SO<sub>2</sub> je možné přidávat v kapalně, plynně či pevně formě (tablety/prášek) jak do moštu, tak do mladého vína (Grainger & Tattersall 2005).

#### Čištění vína neboli filtrace

Po procesu čiření dochází pomocí filtrace k odstranění usazených sedimentů a sraženin (Kuttelvašer 2003). Pro vyčištění vína se používají technologie centrifugace a filtrace (El Rayess et al. 2011).



### Stabilizace vína

Tento proces se provádí z důvodu zabránění vzniku biologických procesů (např. kovové zákaly), které by proběhly v době skladování a lahvování vína. Stabilita vína se docílí působením chladu, tepla či přidáním oxidu siřičitého (Kuttelvašer 2003).

### Lahvování vína

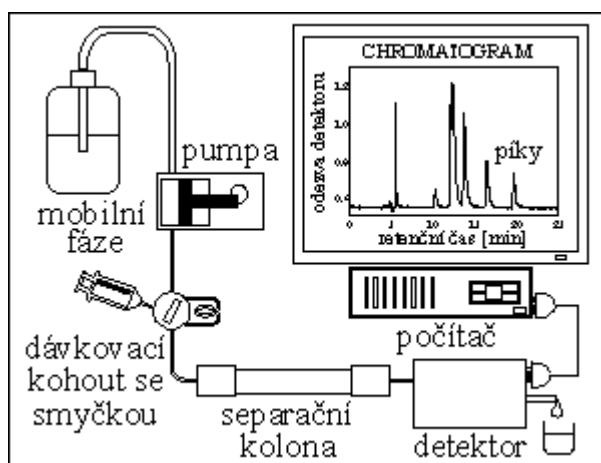
Lahvováním vína se rozumí plnění vína do lahví (Hubáček 1997). Vína, která ještě dokváší, nelze lahvovat. Zrání vína však probíhá i v láhvi. Lahvování může probíhat pomocí ručních plniček, automatických či poloautomatických technologických zařízení (Hrabě et al. 2007; Buglass 2011).

## 3.9 HPLC

Zkratka z anglického High Performance Liquid Chromatography znamená vysokoúčinná kapalinová chromatografie.

HPLC funguje na základě separace látek, které jsou unášeny mobilní fází (kapalinou). Prochází kolonou, která je naplněnou stacionární fází. Separace může probíhat na základě různé afinity a distribuci mezi mobilní a stacionární fází (Prugar 2008). Separace složek vzorku probíhá za účelem stanovení jejich přítomnosti i koncentrace ve vzorku, případně i k izolaci jednotlivých složek směsi. Při analýze je důležitý signál z detektoru, který vytváří chromatogram. Chromatogram je grafický záznam odezvy detektoru. Ten je úměrný koncentraci eluované (vymývané) látky. Je složen z píků. Chromatogram slouží pro kvantitativní a kvalitativní stanovení analýzy. Pro určení totožnosti separovaných složek ze směsi je důležitý retenční čas. Retenčním časem se rozumí doba, která uplyne od vstupu vzorku do kolony až do záznamu maxima píku na chromatogramu. Pro identifikaci látky je určení retenčního času důležité. K určení koncentrace látky je důležitá plocha píku. K určení kvantitativního a kvalitativního zastoupení se využívají příslušné standardy (Carrascosa et al. 2011). Obrázek 6 znázorňuje schéma HPLC.

Vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií lze stanovit méně těkavé až netěkavé, polární a středně polárních látky. Touto metodou lze použít při stanovování u rostlinných produktů ke zjišťování obsahu aflatoxinů, ochratoxinu A, patulinu, biogenních aminů, AMK, cukrů, organických kyselin, syntetických i přírodních barviv, reziduí pesticidů, vitaminů, kofeinu, chininu, resveratrolu a dalších (Prugar 2008).



**Obrázek 6:** Schéma HPLC (dostupné z <http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/images/obr21.gif>)

### 3.10 Použité odrůdy

V následující tabulce (tabulka 4) jsou znázorněna data odběrů vzorků u jednotlivých odrůd.

**Tabulka 4:** *Plochy vybraných odrůd révy vinné pěstovaných v ČR v roce 2018 (dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/616590/Plocha mostovych odrud v CR v letech 2015 az 2018.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/616590/Plocha_mostovych_odrud_v_CR_v letech_2015_az_2018.pdf))*

Odrůda	Plocha
Solaris	106,3 ha
Rulandské bílé	792,3 ha
Sylvánské zelené	166,4 ha
<b>Bílé odrůdy celkem</b>	<b>12 750,6 ha</b>
Cabernet Cortis	20,9 ha
Svatovavřínecké	1053,8 ha
Rulandské modré	728,4 ha
<b>Modré odrůdy celkem</b>	<b>5270 ha</b>

## 4 Metodika

V experimentální části diplomové práce byly stanoveny obsahy resveratrolu v průběhu zrání z třech bílých a třech modrých odrůd révy vinné pomocí metody HPLC. Ve VÚRV, v.v.i. Praha/VsV Karlštejn (Výzkumný ústav rostlinné výroby, veřejná výzkumná instituce v Praze/ Výzkumná stanice vinařská v Karlštejně) byl poskytnut odběr vzorků vína potřebných pro tuto diplomovou práci. Byly použity následující materiály, postupy a metody.

### 4.1 Rostlinný materiál

K měření byly vybrány následující tři odrůdy bílé a tři odrůdy modré.

#### 4.1.1 Bílé moštové

Česká republika spadá mezi severně položené vinařské oblasti v Evropě. Klimatické podmínky České republiky jsou velmi vhodné pro pěstování bílých moštových odrůd révy vinné (Pavloušek 2007b). Ve státní odrůdové knize je v České republice zapsáno 31 bílých moštových odrůd révy vinné (UKZÚZ 2020). Do státní odrůdové knihy se zapisují odrůdy, které prošly zkouškami pro registraci odrůd révy vinné. Pokud je odrůda zapsána do této knihy, lze tyto odrůdy používat pro výrobu jakostních vín. Bílé odrůdy v naší vinařské oblasti jsou charakteristické výrazným aroma. Aroma se vyznačuje čistotou, ovocnou, květinovou nebo kořeninovou vůní (Pavloušek 2007b).

##### 4.1.1.1 Rulandské bílé

Tato odrůda (obrázek 7) byla pěstována již ve 14. století v Alsasku. Do Evropy se tato odrůda dostala v 16.–17. století z burgundských vinic. Právě oblast Burgundska dala nyní již starý název této odrůdy – Burgundské bílé (Pavloušek 2007b). Úplně prvotním názvem bylo pojmenování Pinot Blanc. Nový název – Rulandské bílé se používá od roku 1993 (Kraus 2012).

Při vzniku této odrůdy révy vinné došlo pravděpodobně k pupenové mutaci bílé odrůdy „Rulandské šedé“. Tuto mutaci lze ojedinele na některých rostlinách révy vinné vidět. Projevuje se tím, že se na rostlině objevují bílé a šedivé hrozny. Obě barvy slupek se však mohou vyskytnout i na jednom jediném hroznu.

Odrůda je náročná na polohu. Vyžaduje dostatečně teplé, kvalitně osluněné polohy. Důvodem je nutnost dostatečná vyzrálость hroznů (Pavloušek 2007b).

#### Odrůdové znaky

- list: středně velký, pětiúhelníkovitý tvar
- hrozen: malý, středně hustý až hustý
- bobule: malá až středně velká, tvar kulovitý, barva slupky žlutozelená

### Odolnost

- střední odolnost proti napadení plísní šedou, střední odolnost proti napadení plísní révy, střední odolnost proti napadení padlím révy

### Výnos

- středně vysoký, cukernatost moštu vysoká

### Víno

- výborné kvality, žlutozelená až žlutá barva, květinová vůně, ovocná, ořechová a květinová chuť, plný, harmonický, jemně aromatický typ (Ludvíková 2020)



**Obrázek 7:** *Rulandské bílé (Ludvíková 2020)*

#### 4.1.1.2 Solaris

Solaris (obrázek 8), bílá mošťová odrůda, patří do skupiny interspecifických odrůd, která byla vyšlechtěna ve Státním vinohradnickém institutu ve Freiburgu. Byla vyšlechtěna doktorem Norbertem Beckerem s použitím křížence od profesora Krause (Zarja severa x Muškát Ottonel), jeho kříženec má rané zrání hroznů a je odolný proti oidiu a mrazům. Tato réva vinná vznikla křížením odrůd ‚Merzling‘ x (‚Zarja severa‘ x ‚Muškát Ottonel‘) (Kraus 2012).

Jedná se o velmi ranou až ranou odrůdu, pěstuje se pro výrobu biovín a burčáků. Bez nutnosti použití chemického ošetření lze tuto odrůdu pěstovat v případě určitých klimatických podmínek. (Kraus 2012). Optimální pro tuto odrůdu je pozdní sběr. Je nutné přidání množství kyselin, neboť pokud je obsah nízký, mají vína prázdnou chuť (Pavloušek 2007b).

### Odrůdové znak

- list: středně velký až velký, třílaločný
- hrozen: středně velký, středně hustý až hustý
- bobule: malá až středně velká, tvar na profilu široce elipsovité, žlutozelená barva bobule

### Odolnost

- střední odolnost proti napadení plísní šedou, odolnost proti napadení plísní révy, odolnost proti napadení padlím révy

### Výnos

- vysoký, vysoká cukernatost moštu

### Víno

- žlutozelené až žluté, bylinná, ovocná, kořenitá chuť i vůně, aromatický typ (Ludvíková 2020)



**Obrázek 8:** Solaris (Ludvíková 2020)

#### 4.1.1.3 Sylvánské zelené

Je středně raná bílá mošťová odrůda (obrázek 9), patřící pravděpodobně mezi odrůdy staré, která byla rozšiřována Římany. Pravděpodobně byla zmíněna v díle *Historia naturalis* od autora Pliniuse. V současnosti se jako pravlast tohoto vína připisuje Transylvánii v Rumunsku. Je i názor, že vznikla náhodně, jako divoký semenáč v lužních lesích v okolí řeky Dunaje v Rakousku (Pavloušek 2007b). Z genetických analýz se předpokládá, že se jedná o křížení odrůd „Rakouské bílé“ x „Tramín“ (Kraus 2012; Ludvíková 2020). Mezi pěstiteli této odrůdy jsou státy střední Evropy: hlavně Rakousko, Německo, Maďarsko, Slovensko a Česká republika (Pavloušek 2007b).

Dříve se této odrůdě říkalo Morávka, patřila mezi hlavní odrůdy na Moravě. Sylvánské zelené patří mezi chutná vína (Kraus 2012).

#### Odrůdové znaky

- list: malý, kruhovitý tvar
- hrozen: malý, středně hustý až hustý
- bobule: středně velká, kruhovitý tvar na profilu, žlutozelená barva slupky

#### Odolnost

- střední odolnost proti napadení plísní šedou, střední odolnost proti napadení plísní révy, střední odolnost proti napadení padlím révy, střední odolnost sprchování

#### Výnos

- středně vysoký, středně vysoká až vysoká cukernatost moštu

#### Víno

- velmi dobré kvality, barva žlutozelená, ovocná a kořenitá chuť i vůně, nearomatický až jemně aromatický typ (Ludvíková 2020)



**Obrázek 9:** Sylvánské zelené (Ludvíková 2020)

#### **4.1.2 Modré moštové**

Modré moštové odrůdy jsou odrůdy, z kterých se vyrábí červené víno. Z modrých odrůd se vyrábí i vína růžová. Zajímavostí je, že z modrých odrůd révy vinné se dají vyrábět i bílá vína. V Německu se tato vína označují jako Weissherbst a vyrábí se převážně z odrůdy Rulandské modré. Výborná červená vína jsou v dnešní době vyráběna v Austrálii, Jižní Africe ale i ve vinařských zemích v jižní Americe (Pavloušek 2007b).

V České republice je v současné době zapsáno 30 odrůd ve Státní odrůdové knize (UKZÚZ 2020).

#### 4.1.2.1 Cabernet Cortis

Je středně raná až pozdní modrá mošťová odrůda (obrázek 10), která patří do skupiny interspecifických odrůd. Tuto odrůdu vyšlechtil N. Becker ve Státním vinohradském institutu ve Freiburgu, Německo. Jedná se o křížence odrůdy ‚Cabernet Sauvignon‘ x ‚Solaris‘ (Pavloušek 2012; Sedlo & Ludvíková 2014).

##### Odrůdové znaky

- list: středně veliký až velký, pětiúhelníkového tvaru
- hrozen: středně velký, středně hustý
- bobule: malá, kruhovitého tvaru, barva slupky modročerná

##### Odolnost

- odolnost proti napadení plísní šedou, střední odolnost proti napadení plísní révy, odolnost proti napadení padlí révy, střední odolnost proti srchování

##### Výnos

- nízký, cukernatost vysoká

##### Víno

- výborné kvality, tmavočerné barvy, ovocné kouřové a kořenité chuti, ovocné a kouřové vůně, jemně aromatického typu (Ludvíková 2020)



**Obrázek 10:** Cabernet Cortis  
(Ludvíková 2020)

#### 4.1.2.2 Rulandské modré

Jedná se o velmi starou středně ranou až pozdní moštovou odrůdu (obrázek 11), která se proslavila již v 6. století (Pavloušek 2007b). Tato odrůda vznikla pravděpodobně křížením odrůdy, Mlynářka' x ,Tramin' nebo pupenovou mutací odrůd ,Pinot'. Jedná se o francouzskou odrůdu z oblasti Burgundska. Po celém světě je tato odrůda rozšířena pod názvem Pinot noir (Kraus 2012; Ludvíková 2020).

##### Odrůdové znaky

- list: středně velký, pětiúhelníkový tvar
- hrozen: malý, hustý
- bobule: malá, na profilu tvaru kulovitého, barva slupky modročerná

##### Odolnost

- střední odolnost proti napadení plísní šedou, střední odolnost proti napadení plísní révy, odolnost proti padlí révy, střední odolnost sprchování

##### Výnos

- nízký až středně vysoký, cukernatost moštu vysoká

##### Víno

- výborné kvality, rubínová až cihlová barva, ovocná vůně, kouřová a ovocná chuť, harmonický, plný, jemně aromatický typ (Ludvíková 2020)

Víno se hodí k dlouhodobému uložení. Podává se v širokých břichatých sklenicích, z důvodu, aby došla do kontaktu se vzduchem co největší plocha hladiny. Používá se tím širší a objemnější sklenici, čím starší ročník vína je konzumován (Kraus 2012).



**Obrázek 11:** Rulandské modré (Ludvíková 2020)



#### 4.1.2.3 Svatovavřínecké

Tato středně raná až pozdní mošťová odrůda (obrázek 12) má původ ve Francii. Odrůda Svatovavřínecké réva vinná patří do skupiny burgundských odrůd. V České republice se odrůda rozšířila v 60. letech 20. století se zaváděním vysokého vedení révy vinné. V současnosti patří odrůda Svatovavřínecké k nejpěstovanějším modrým mošťovým odrůdám v České republice (Kraus 2012). Jako synonymum tohoto vína se v České republice používá název Saint Laurent. Dále je odrůda rozšířena na Slovensku, v Německu a Rakousku (Pavloušek 2007b; Ludvíková 2020).

##### Odrůdové znaky

- list: středně velký, pětiúhelníkovitý tvar
- hrozen: středně velký, hustý
- bobule: středně velká, tvar na profilu kulovitý, barva slupky modročerná.

##### Odolnost

- střední odolnost proti napadení plísní šedou, střední odolnost proti napadení plísní révy, střední odolnost proti napadení padlím révy, střední odolnost sprchování

##### Výnos

- středně vysoká, cukernatost moštu středně vysoká až vysoká

##### Víno

- velmi dobré kvality, tmavočervená až fialová barva, bylinná ovocná chuť i vůně, jemně aromatického typu (Ludvíková 2020)

Díky výrazné červené barvě a vůni připomínající višně či černý rybíz, patří odrůda Svatovavřínecké k oblíbeným odrůdám (Kraus 2012).



**Obrázek 12:** Svatovavřínecké (Ludvíková 2020)

Odrůdy použité v praktické části této diplomové práce byly vypěstovány v obci Karlštejn. Ke zpracování hroznů a výrobě vína došlo v technologických prostorách VsV Karlštejn. Teplota ve sklepě se pohybuje kolem 15 °C s vlhkostí cca 80 %.

## 4.2 Odběr vzorků

První odběry vzorků moštu/vína z bílých odrůd byly odebrány hned po sklizni. Další odběry zhruba ve čtrnáctidenních intervalech.

U červených vín, konkrétně u odrůd Rulandské modré a Cabernet Cortis nebyl první vzorek odebrán hned po sklizni. Bobule byly nejprve pomlety na rmut a ten byl ponechán na slupkách. První odběr proběhl až po procesu vinifikace, po naležení rmutu na slupkách a následném vylisování moštu pomocí pneumatického lisu, který se provedl do 5 dnů po sklizni. Další vzorky byly odebírány taktéž po čtrnáctidenních intervalech. U odrůdy Svatovavřínecké proběhl první odběr vzorku hned po sklizni, tento vzorek byl lisován ručně. Po odebrání vzorku došlo ihned k jeho zamrazení. Před samotnou analýzou byly vzorky den předem z mrazáku přendány do lednice, aby došlo k pozvolnému rozmrazení.

Tabulka 5 popisuje datové údaje jednotlivých odběrů vzorků moštu/vína dle odrůd.

**Tabulka 5: Data odběru vzorků mošt/víno jednotlivých odrůd**

Odrůdy	Číslo a datum odběru vzorku											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
<b>Solaris</b>	2.9.	15.9.	29.9.	13.10.	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	28.1	12.2.	2.3.
<b>Rulandské bílé</b>	13.10.	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	28.1	12.2.	2.3.	-	-	-
<b>Sylvánské zelené</b>	13.10.	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	28.1	12.2.	2.3.	-	-	-
<b>Cabernet Cortis</b>	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	28.1	12.2.	2.3.	-	-	-	-
<b>Svatovavřínecké</b>	15.10.	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	12.1.	28.1.	12.2.	2.3.	-	-
<b>Rulandské modré</b>	26.10.	11.11.	27.11.	14.12	7.1.	28.1	12.2.	2.3.	-	-	-	-

### Výroba Rulandské bílé a Solaris

Fáze výroby vína z jednotlivých odrůd jsou uvedeny v časových rozmezích z důvodu technologického know-how.

Hrozny byly pomlety, byla odstraněna třapina a byl přidán SO<sub>2</sub> v množství 100 g/1000 kg, dále došlo k lisování, byl přidán moštový bentonit v množství 1 kg/1000 l. Po 24 hodinách byl mošt stočením odkalen. V následujících 10–15 dnech došlo ke kvašení, víno bylo stočeno s kalů a přidal se opět SO<sub>2</sub> v množství 30 g/1000 l. Po dalších cca 20 dnech proběhlo druhé stočení, přidal se bentonit a SO<sub>2</sub> v množství 20 g/1000 l. Za dalších cca 20 dnů proběhlo další stáčení, byl přidán Klarson, Vinogel a SO<sub>2</sub>. Po cca 14 dnech proběhlo stáčení a filtrace S10 (deskový filtr, celulózové filtrační desky s pórovitostí 0,8mikronu).

### Výroba Sylvánské zelené

Hrozny byly pomlety, byla odstraněna třapina, byl přidán SO<sub>2</sub> v množství 200 g/1000 g, následně došlo k naležení rmutu po dobu 48 hodin. Dále došlo k lisování, kvašení cca 10–15 dní. Poté došlo ke stočení s kalů a přidal se SO<sub>2</sub> v množství 30 g/1000 l. Po dalších cca 20 dnech proběhlo druhé stáčení, byl přidán bentonit, SO<sub>2</sub> v množství 20 g/1000 l. Po cca dalších 20 dnech došlo k dalšímu stáčení, přídavek Klarsolu, Vinogelu a SO<sub>2</sub>. Po dalších cca 14 dnech proběhlo další stáčení a filtrace S10 (deskový filtr, celulózové filtrační desky s pórovitostí 0,8 mikronu).

### Výroba Cabernet Cortis, Svatovavřínecké, Rulandské modré

Hrozny byly pomlety, byla odstraněna třepina, byl přidán SO<sub>2</sub> v množství 200 g/1000 kg a proběhlo naležení rmutu v kádích po dobu 10–15 dní. Během této doby byl rmut promícháván min. 3x denně. Následovalo lisování. Během 10 dní mošt dokvasil, následně je stočen s kalů a bylo přidáno 30 g/1000 l SO<sub>2</sub>. Po cca 20 dnech proběhla 2. stáčka, byl přidán bentonit a 20 g/1000 l SO<sub>2</sub>. Po dalších cca 20 dnech proběhlo stáčení a filtrace S40.

## 4.3 Charakterizace místa odběru vzorků

### 4.3.1 Oblast

Vinice Výzkumné stanice vinařské (dále jen VsV) v Karlštejně se nachází prakticky uprostřed CHKO (Chráněná krajinná oblast) Český kras. Rozprostírá se na příkré stráni nad řekou Berounkou. Je položena v nadmořské výšce 280 m. n. m. a je orientována jižním až jihozápadním směrem. Dle BPEJ (bonitačně půdně-ekologická jednotka) se za hlavní půdní jednotku považuje rendzina (Krpeš 1984).

### 4.3.2 Klima

Klimatický region je T3 teplý, mírně vlhký (Krpeš 1984). VsV Karlštejn má vlastní meteorologickou stanici a meteorologická data jsou sledována od roku 1954. Od roku 2015 má na kopci Plešivec novou meteorologickou stanici s digitálním přenosem naměřených dat. Z dat 1961–1990 byl stanoven normál průměrné roční teploty vzduchu 8,6 °C a roční suma srážek 493,2 mm. Pro tyto vinice byla z let 2008–2019 stanovena suma aktivních teplot (součet průměrných denních teplot za dny, kdy průměrná denní teplota je nad 10 °C) za měsíce duben–říjen, která se pohybovala v rozsahu hodnot 2509 °C (v roce 2010) – 3513 °C (v roce 2018) (Střalková 2021).

### 4.3.3 Půda

Půda vznikla z mateřského substrátu. Matečným substrátem je silurský vápenec, jež je tvořen vrstvami málo vápenatých břidlic. Půda sestává z rendzin. Součástí jílovito-hlinité půdy jsou kameny. Je hluboká 60–85 cm, poté přechází v matečnou horninu (Krpeš 1984).

#### 4.3.4 Informace o stanici

V okolí Karlštejna má vinařství dlouholetou tradici. Výzkumná stanice vinařská obhospodařuje genofondovou sbírku odrůd révy vinné, ve které je k datu 31. 10. 2020 konzervováno 216 odrůd včetně klonů. Dlouhodobě se stanice věnuje i výběru klonů vhodných pro specifické podmínky české oblasti. Vinohrady jsou rozloženy na 10,5 ha ve viničních tratích Plešivec a Vrše, na terasovitých svazích orientovaných jiho-jihozápadním a jiho-jihovýchodním směrem (Střalková 2021).

### 4.4 Stanovení obsahu resveratrolu pomocí HPLC

#### 4.4.1 Použité přístroje a pomůcky na HPLC

Pro přípravu vzorků byly použity

- Injekční stříkačka s mikrofiltrem
- Váhy s přesností na 3 desetinná místa (Kern&Sohn GmbH, Německo)
- Centrifuga 5810 R Eppendorf
- Vialky, Clear Snap-it, 2 ml, Thermo Fisher Scientific
- Víčka na vialky, polypropylen, Clear Snap– it, 11 mm, Thermo Fisher Scientific
- Filtrační aparatura Millipore (obrázek 19)
- Chromatografický systém pro HPLC/DAD, Dionex UltiMate 3000 (Thermo Fisher Scientific, USA) (obrázek 19)
  - Zásobník roztoku
  - Vysokotlaká kvartérní pumpa UltiMate 3000
  - Autosampler Ultimate 3000
  - Detektor UV/VIS – DAD UltiMate 3000
  - Termostat kolon UltiMate 3000

#### 4.4.2 Použité chemikálie

- 0,1% octová kyselina
- Acetonitril
- Standard *trans*-resveratrol

#### 4.4.3 Použité programy

- Microsoft Office 2007 Excel, Microsoft

### 4.5 Metoda stanovení

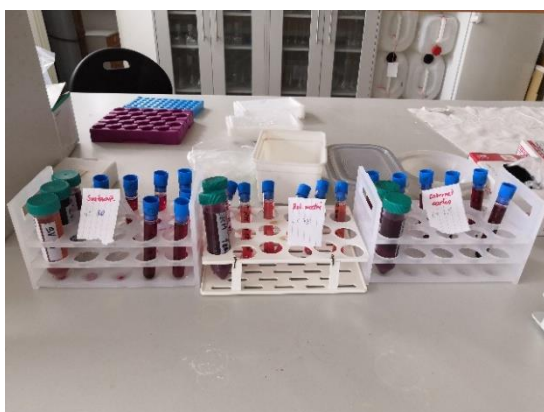
#### 4.5.1 Příprava vzorku

Vzorky (obrázek 13 a obrázek 14) po vyndání z chladničky byly po dobu 5 minut odstředovány na centrifuze (obrázek 15) při 800 rpm. Vzorky vín byly filtrovány přes mikrofiltr

(PVDF, 0,45  $\mu\text{m}$ ) do vialek (obrázek 16 a obrázek 17). Takto připravené vzorky se daly analyzovat metodou HPLC.

Samotná analýza byla realizována na kapalinovém chromatografu UltiMate 3000 (DIONEX) s reverzními fázemi (obrázek 18). Mobilní fáze je polárního charakteru a stacionární fáze nepolárního charakteru. Mobilní fázi tvořila 0,1% octová kyselina ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) a acetonitril ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ). Na začátku analýzy byl poměr octové kyseliny a acetonitrilu 9:1. Postupem času se mění. Stacionární fáze byla tvořena kolonou Agilent, ZORBAX ExtendC18 s rozměry 3,0 x 250 mm, velikost částic 5  $\mu\text{m}$ . Teplota sampleru byla 10 °C a teplota kolony 30 °C. Objem nástřiku byl 10  $\mu\text{l}$ . Doba analýzy trvala 40 minut a byla detekována DAD detektorem 310 nm. K vyhodnocení vzorků byl použit chromatografický program Chromeleon tutorial. Po získání hodnoty z chromatografického programu muselo dojít k přepočítání na základě regresní rovnice získané z kalibračních křivek.

Principem analýzy je rozdělování vzorku mezi stacionární a mobilní fázi. Resveratrol je relativně nepolární, proto se drží především na koloně a postupem času dochází k jeho vymývání mobilní fází. Identifikace analytu ve vzorcích byla provedena porovnáním retenčního času vzorku s retenčním časem standardu a i pomocí absorpčního spektra. Vyhodnocení výsledků proběhlo pomocí kalibrační přímky. Rozsah kalibrační přímky pro *trans*-resveratrol byl 0,05–5  $\mu\text{g/ml}$ .



**Obrázek 13:** Vzorky bílých vín  
(vlastní zdroj)



**Obrázek 14:** Vzorky červených vín  
(vlastní zdroj)



**Obrázek 15: Centrifuga (vlastní zdroj)**



**Obrázek 16: Vzorky ve vialkách 1 (vlastní zdroj)**



**Obrázek 17: Vzorky ve vialkách 2 (vlastní zdroj)**



**Obrázek 18: HPLC (vlastní zdroj)**



**Obrázek 19:** Filtrační aparatura na mobilní fázi  
(vlastní zdroj)

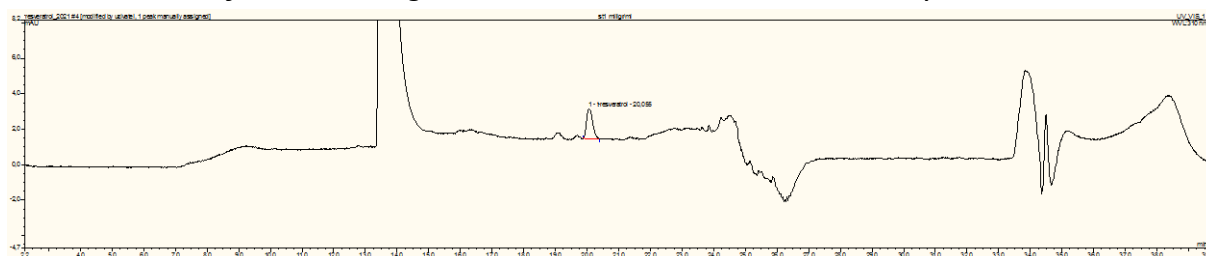
#### 4.6 Statistická analýza

Statistická analýza byla provedena v programu Statistica (verze 12; StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Pro první hypotézu byla použita statistická funkce regresní analýza. Druhá hypotéza byla vyhodnocena pomocí dvouvýběrového T-testu. K vyhodnocení třetí hypotézy byla použita jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA. Pro detailnější vyhodnocení byl použit Tukeyův HSD test.

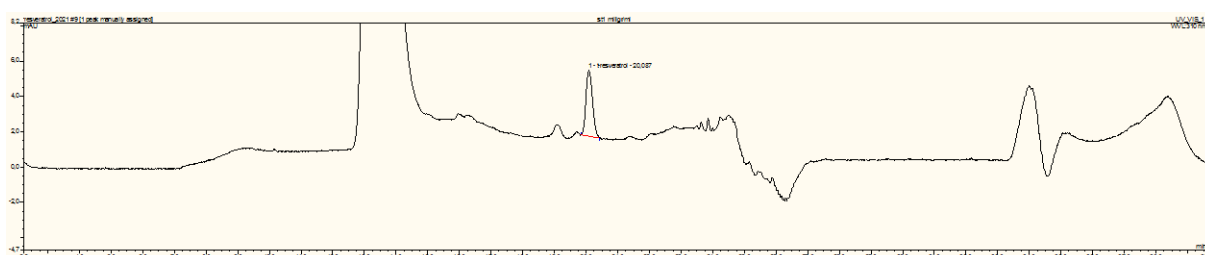
## 5 Výsledky

V této diplomové práci byly stanovovány obsahy *trans*-resveratrolu u 3 modrých odrůd a 3 bílých odrůd révy vinné. U odrůd Sylvánské zelené, Rulandské bílé a Svatovavřínecké nebyla koncentrace *trans*-resveratrolu v prvním odběru – v moštu detekovatelná, neboť byla pod mezí detekce (0,03  $\mu\text{g/ml}$ ). V grafech 3, 4 jsou znázorněny chromatogramy.

**Graf 3:** Chromatogram – *trans*-resveratrol, 4. odběr odrůdy Solaris



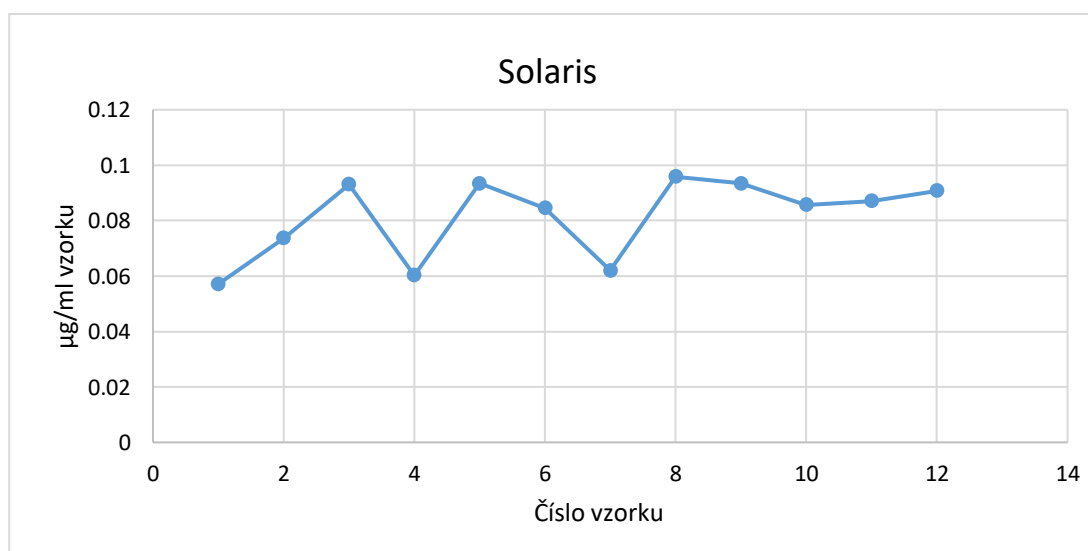
**Graf 4:** Chromatogram – *trans*-resveratrol, 9. odběr odrůdy Solaris



V následujících grafech (5, 6, 7, 8, 9, 10) a tabulkách (6, 7, 8, 9, 10, 11) jsou znázorněny jednotlivé odběry a množství resveratrolu v  $\mu\text{g}$  na 1 ml vzorku.

### Solaris

**Graf 5:** Množství *trans*-resveratrolu ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Solaris v jednotlivých odběrech





**Tabulka 6:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Solaris* v jednotlivých odběrech

Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	0,057
2.	0,074
3.	0,093
4.	0,060
5.	0,093
6.	0,085
7.	0,062
8.	0,096
9.	0,093
10.	0,086
11.	0,087
12.	0,091

Obsah *trans-resveratrolu* v odrůdě *Solaris* se pohyboval v rozmezí 0,057–0,096  $\mu\text{g/ml}$ . Prudké poklesy jsou způsobeny přidáním bentonitu a stočením s kalů, při kterém odchází i resveratrol, dalším možným důvodem poklesu je filtrace. Růst koncentrací lze vysvětlit fermentací.

#### Sylvánské zelené

**Graf 6:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Sylvánské zelené* v jednotlivých odběrech



**Tabulka 7:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Sylvánské zelené* v jednotlivých odběrech

Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	*
2.	0,073
3.	0,131
4.	0,137
5.	0,117
6.	0,167
7.	0,139
8.	0,157
9.	0,176

\*pod mezí detekce

U prvního odběru z moštu u odrůdy *Sylvánské zelené* nebyl obsah *trans-resveratrolu* přístrojem detekován. Nejnižší detekovatelná hodnota byla 0,073  $\mu\text{g/ml}$ . Naopak nejvyšší množství *trans-resveratrolu* bylo naměřeno u posledního vzorku. Obsah byl 0,176  $\mu\text{g/ml}$ . Nárůst koncentrací lze vysvětlit procesem fermentace. Prudké poklesy jsou způsobeny přidáním bentonitu a stočením s kalů.

#### Rulandské bílé

**Graf 7:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Rulandské bílé* v jednotlivých odběrech



**Tabulka 8:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Rulandské bílé v jednotlivých odběrech

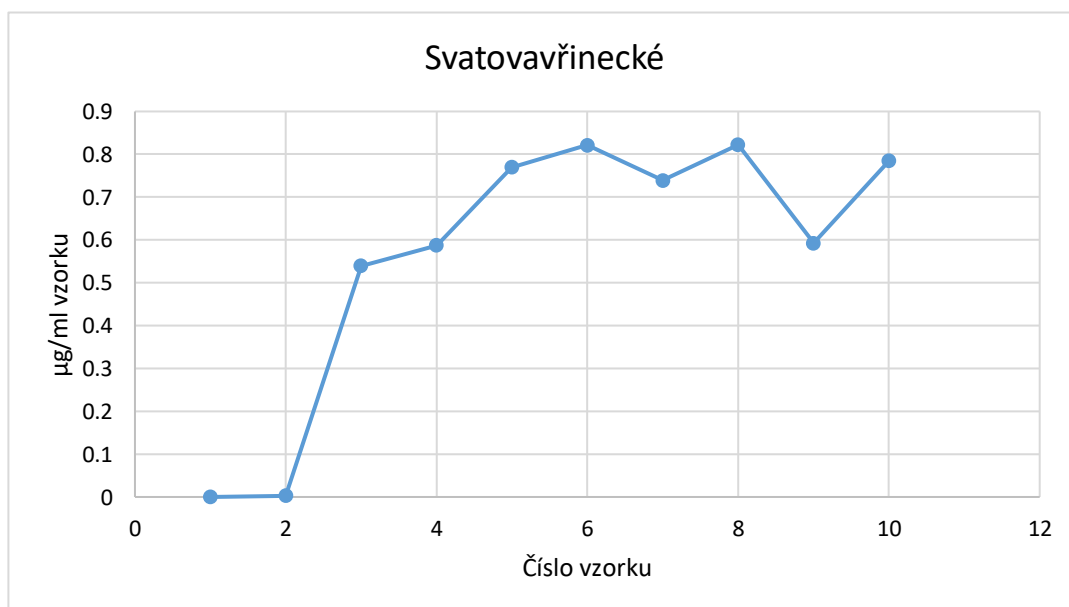
Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	*
2.	0,041
3.	0,036
4.	0,057
5.	0,053
6.	0,054
7.	0,073
8.	0,055
9.	0,079

\*pod mezí detekce

U prvního odběru z moštu u odrůdy Rulandské bílé nebyl obsah *trans-resveratrolu* pomocí HPLC detekován. Nejnižší detekovatelná hodnota byla  $0,036 \mu\text{g/ml}$ . Naopak nejvyšší množství *trans-resveratrolu* bylo naměřeno u posledního vzorku. Obsah byl  $0,079 \mu\text{g/ml}$ . Nárůst koncentrací lze vysvětlit procesem fermentace. Prudké poklesy jsou způsobeny přidáním bentonitu a stočením s kalů.

### Svatovavřínecké

**Graf 8:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Svatoavřínecké v jednotlivých odběrech



**Tabulka 9:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Svatovavřínecké v jednotlivých odběrech

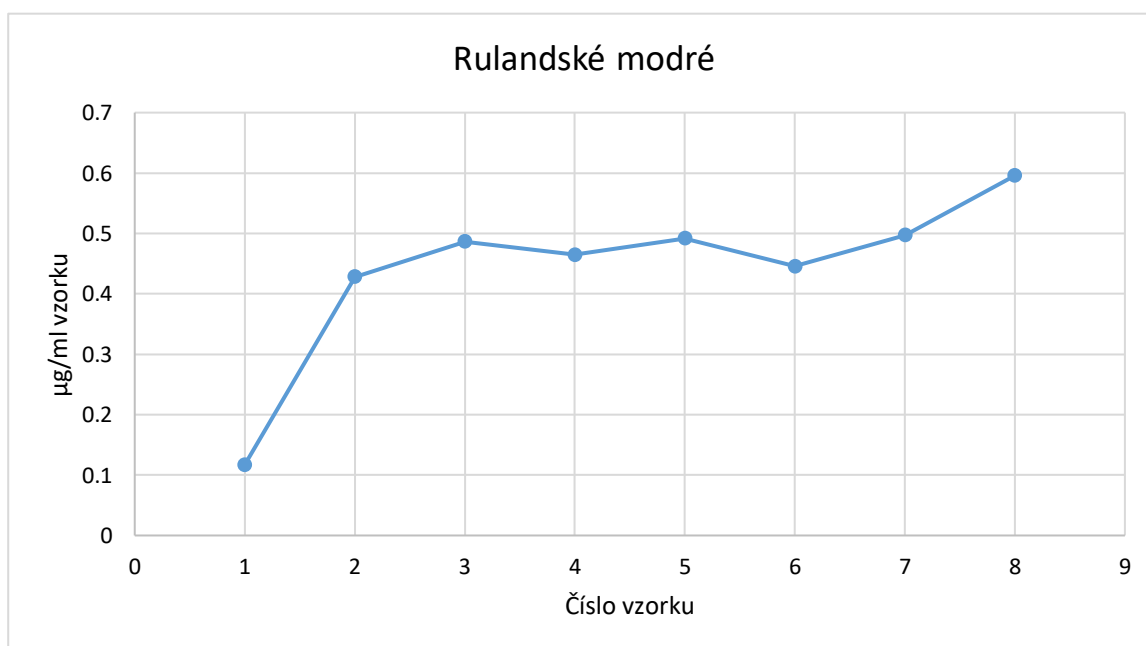
Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	*
2.	0,003
3.	0,540
4.	0,587
5.	0,770
6.	0,821
7.	0,739
8.	0,822
9.	0,593
10.	0,785

\*pod mezí detekce

U prvního odběru z moštu u odrůdy Svatovavřínecké nebyla koncentrace *trans-resveratrolu* pomocí HPLC detekována. Nejnižší detekovatelná hodnota byla  $0,0025 \mu\text{g/ml}$ . Nejvyšší množství *trans-resveratrolu* bylo  $0,822 \mu\text{g/ml}$ . Obsah byl  $0,079 \mu\text{g/ml}$ . Nárůst koncentrací lze vysvětlit procesem fermentace. Prudké poklesy lze vysvětlit přidáním bentonitu a stočením s kalů.

#### Rulandské modré

**Graf 9:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Rulandské modré v jednotlivých odběrech



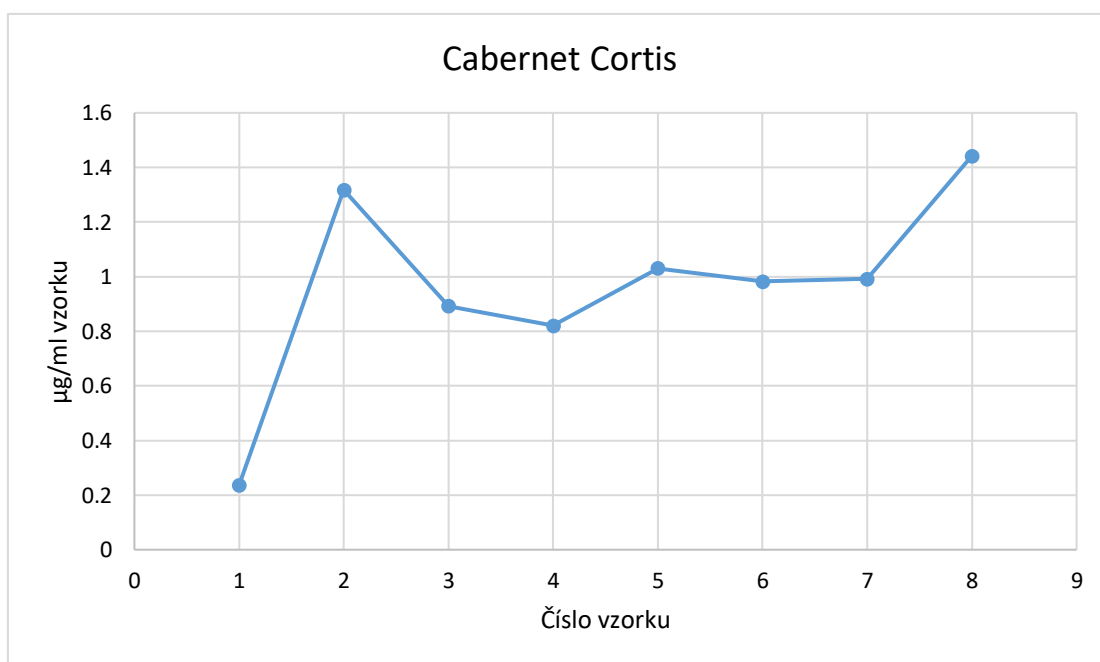
**Tabulka 10:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Rulandské modré* v jednotlivých odběrech

Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	0,117
2.	0,428
3.	0,486
4.	0,465
5.	0,492
6.	0,445
7.	0,497
8.	0,596

Obsah *trans-resveratrolu* u odrůdy *Rulandské modré* byl v rozmezí 0,117–0,596  $\mu\text{g/ml}$ . Poklesy jsou způsobeny přidáním bentonitu a stočením s kalů, při kterém odchází i jisté množství *resveratrolu*. Růst koncentrací lze vysvětlit kvašením.

#### Cabernet Cortis

**Graf 10:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě *Cabernet Cortis* v jednotlivých odběrech

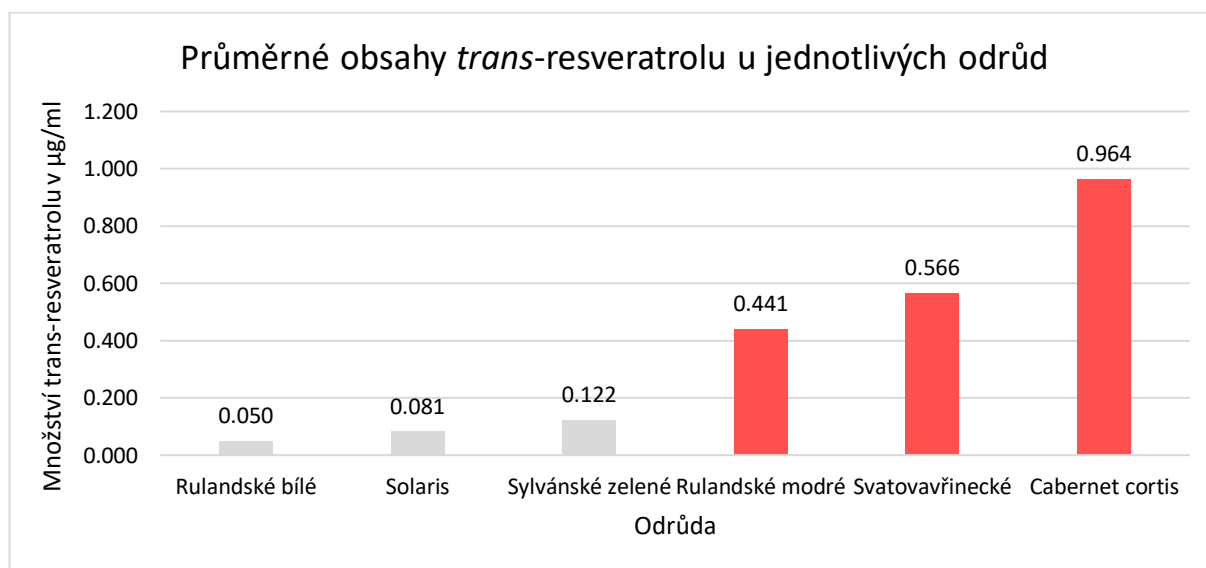


**Tabulka 11:** Množství *trans-resveratrolu* ( $\mu\text{g/ml}$ ) v odrůdě Cabernet Cortis v jednotlivých odběrech

Odběr	$\mu\text{g/ml}$ vzorku
1.	0,237
2.	1,318
3.	0,892
4.	0,820
5.	1,030
6.	0,982
7.	0,992
8.	1,442

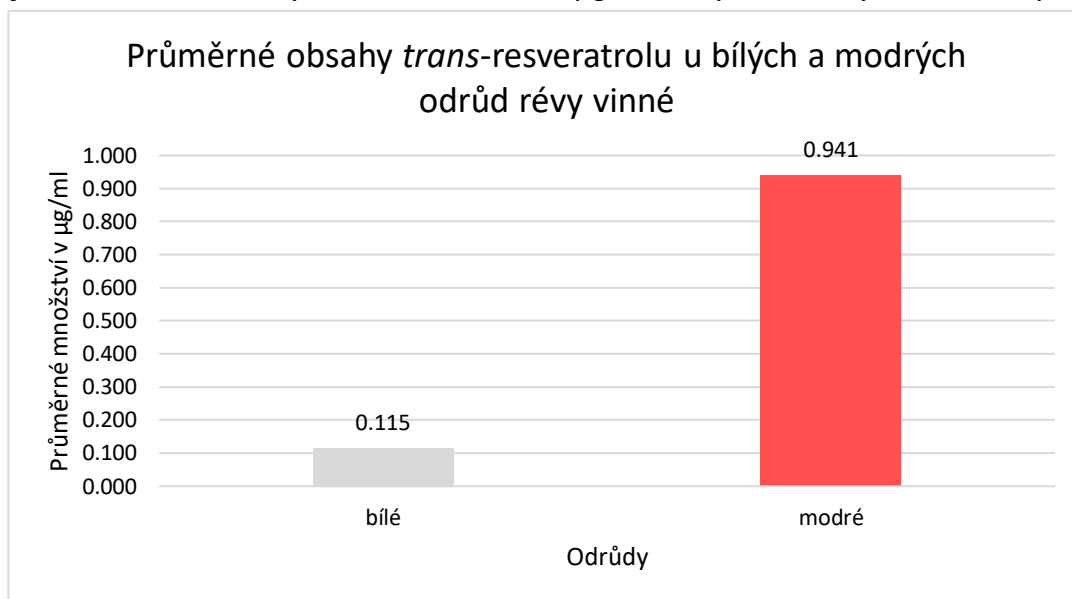
Množství *trans-resveratrolu* u odrůdy Cabernet Cortis byl v rozmezí 0,024–1,442  $\mu\text{g/ml}$ . Růst obsahu *trans-resveratrolu* lze vysvětlit kvašením. Poklesy jsou způsobeny přidáním bentonitu a stočením s kalů, při kterém odchází i část resveratrolu.

**Graf 11:** Průměrné obsahy *trans-resveratrolu* v  $\mu\text{g/ml}$  u jednotlivých odrůd révy vinné



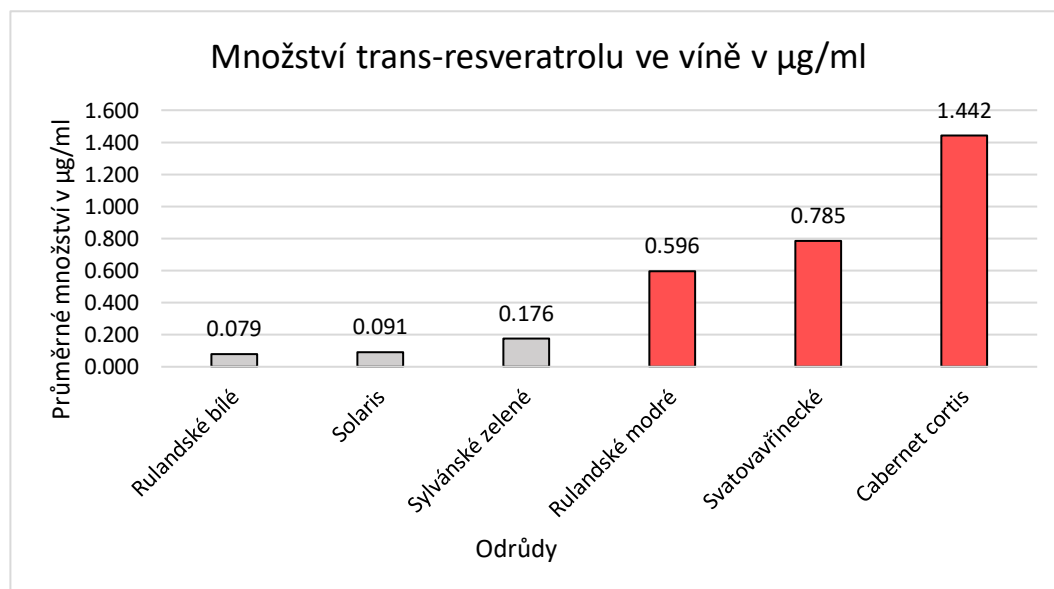
V tomto grafu (graf 11) jsou znázorněny průměrné obsahy *trans-resveratrolu* v  $\mu\text{g/ml}$  jednotlivých odrůd a jsou seřazeny od nejnižšího průměrného obsahu *trans-resveratrolu* po nejvyšší. Obsahy jsou seřazeny od nejnižší hodnoty, která je u odrůdy Rulandské bílé, po nejvyšší množství, které bylo zaznamenáno u odrůdy Cabernet Cortis.

**Graf 12:** Průměrné obsahy *trans-resveratrolu* v  $\mu\text{g/ml}$  u bílých a modrých odrůd révy vinné



V grafu 12 jsou znázorněna průměrná množství *trans-resveratrolu* v  $\mu\text{g/ml}$  v bílých a modrých odrůdách révy vinné. Těchto hodnot se dosáhlo aritmetickým průměrem všech hodnot u bílých odrůd a zvláště aritmetickým průměrem u odrůd modrých. Z grafu lze vyčíst, že průměrné obsahy *trans-resveratrolu* v modrých odrůdách révy vinné jsou více než osminásobně vyšší než obsahy v bílých odrůdách.

**Graf 13:** Obsahy *trans-resveratrolu* v  $\mu\text{g/ml}$  ve víně



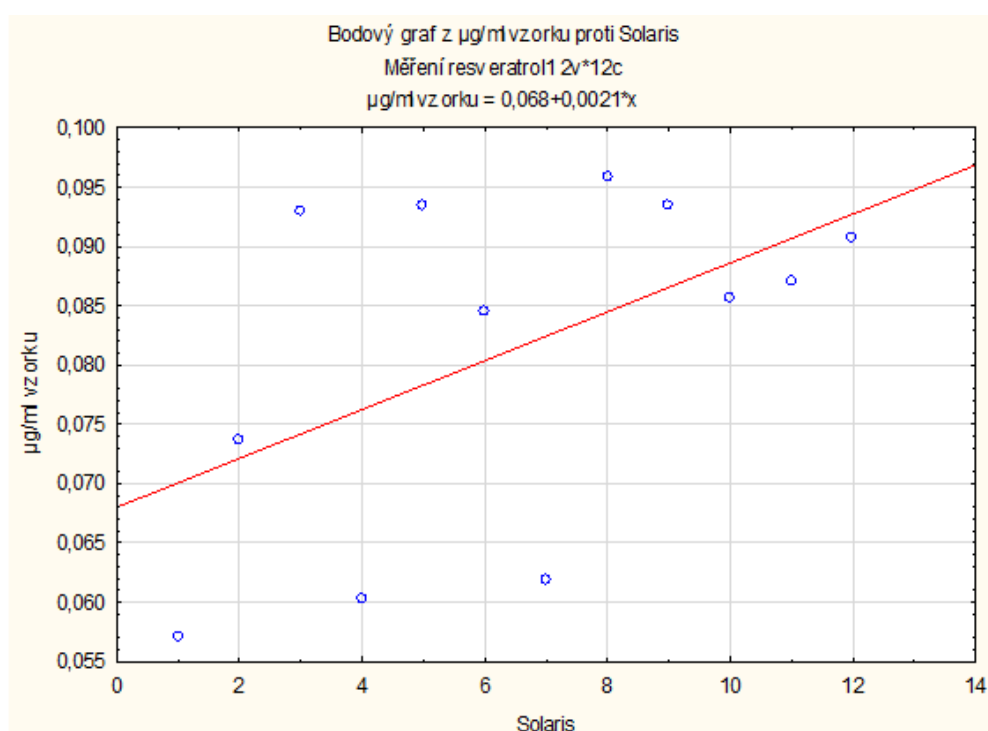
V grafu 13 jsou znázorněna množství *trans-resveratrolu* v posledních odběrech, tedy ve víně. Hodnoty jsou seřazeny od nejnižší hodnoty po nejvyšší.

## 5.1 Hypotéza 1

V této diplomové práci byla pro 1. hypotézu použita statistická funkce regresní analýza. U odrůd (Sylvánské zelené, Rulandské bílé a Svatovavřínecké) byla první hodnota pod mezí detekce, nebylo tedy možné ji do zvoleného modelu použít. Regresní model u odrůd Sylvánské zelené a Rulandské bílé popisuje fáze 2–9. U odrůdy Svatovavřínecké popisuje regresní model fázi 2–10. U ostatních odrůd jsou v regresním modelu popsány všechny fáze. Grafy (14, 15, 16, 17, 18, 19) znázorňují výstupy z programu Statistica.

### Solaris

**Graf 14:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Solaris



**Tabulka 12:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Solaris

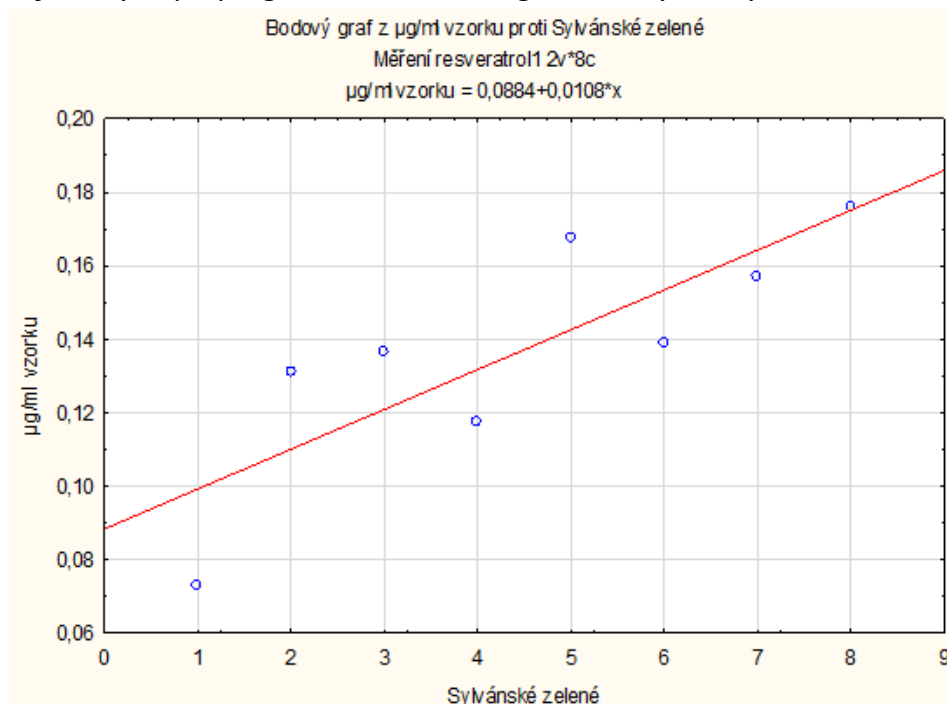
N=12	Výsledky regrese se závislou proměnnou: $\mu\text{g/ml}$ vzorku R= ,51910247 R2= ,26946738 Upravené R2= ,19641412 F(1,10) = 3,6886 p<,08373 Směrod. chyba odhadu: ,01284					
	b*	Sm. chyba z b*	B	Sm. chyba z b	t (10)	p-hodn.
Abs. člen			0,068006	0,007901	8,607424	0,000006
Solaris	0,519102	0,270284	0,002062	0,001074	1,920584	0,083728

Test regrese je neprůkazný. P-hodnota je pro regresní koeficient  $>$  hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Na základě parametrů z tabulky (12) můžeme sestavit rovnice přímky pro odrůdu:  $y = 0,068 + 0,0021x$ . Regresní koeficient je statisticky nevýznamný.



## Sylvánské zelené

**Graf 15:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Sylvánské zelené



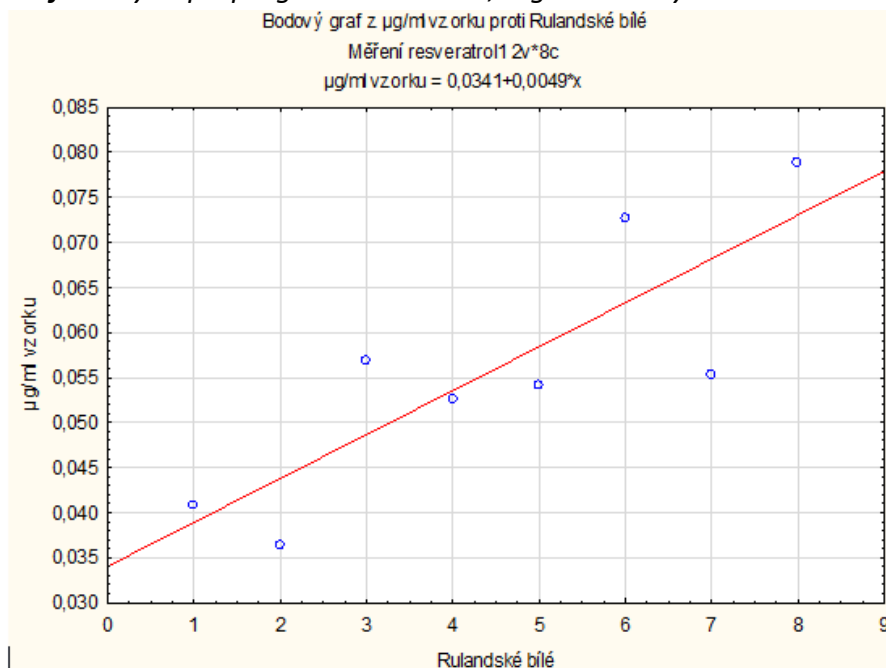
**Tabulka 13:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Sylvánské zelené

N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou: µg/ml vzorku R= ,81640094 R2= ,66651049 Upravené R2= ,61092890 F (1,6) = 11,992 p<,01342 Směrod. chyba odhadu: ,02027					
	b*	Sm. chyba z b*	b	Sm. chyba z b	t (6)	p-hodn.
Abs. člen			0,088426	0,015793	5,599042	0,001382
Sylvánské zelené	0,816401	0,235757	0,010830	0,003127	3,462885	0,013420

P-hodnota byla pro absolutní člen a regresní koeficient menší než hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Na základě determinačního koeficientu lze konstatovat, že 66,65 % z celkové variability hodnot resveratrolu v průběhu výrobního procesu bylo možno vysvětlit lineárním regresním modelem. Na základě parametrů z tabulky (13) bylo možno sestavit rovnice přímky pro odrůdu:  $y = 0,0884262 + 0,0108x$ . Korelační koeficient je 0,816 a na základě toho je možno říci, že se jedná o rostoucí silnou závislost.

## Rulandské bílé

**Graf 16:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Rulandské bílé



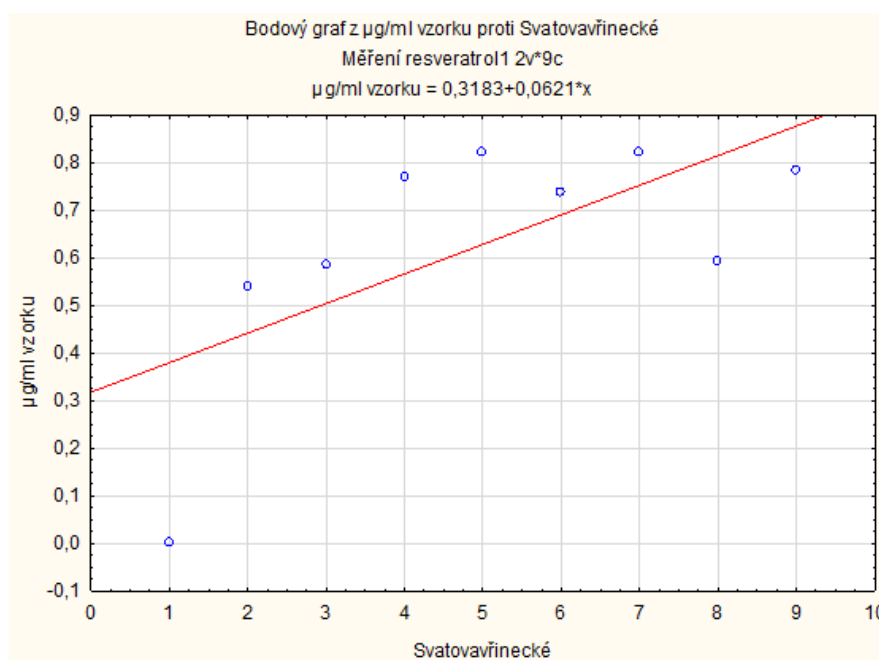
**Tabulka 14:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Rulandské bílé

N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou: $\mu\text{g/ml}$ vzorku R= ,83515545 R2= ,69748462 Upravené R2= ,64706539 F (1,6) = 13,834 p<,00986 Směrod. chyba odhadu: ,00849					
	b*	Sm. chyba z b*	b	Sm. chyba z b	t (6)	p-hodn.
Abs. člen			0,034059	0,006619	5,146019	0,002123
Rulandské bílé	0,835155	0,224542	0,004875	0,001311	3,719369	0,009860

P-hodnota je pro absolutní člen a regresní koeficient menší než hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Na základě determinačního koeficientu je možno konstatovat, že 69,75 % z celkové variability hodnot resveratrolu v průběhu výrobního procesu bylo možné vysvětlit lineárním regresním modelem. Dle parametrů z tabulky (14) lze sestavit rovnice přímky pro odrůdu:  $y = 0,0292 + 0,0049x$ . Korelační koeficient vyšel 0,835 a díky tomu lze říci, že se jedná o rostoucí silnou závislost.

## Svatovavřínecké

**Graf 17:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Svatoavřínecké



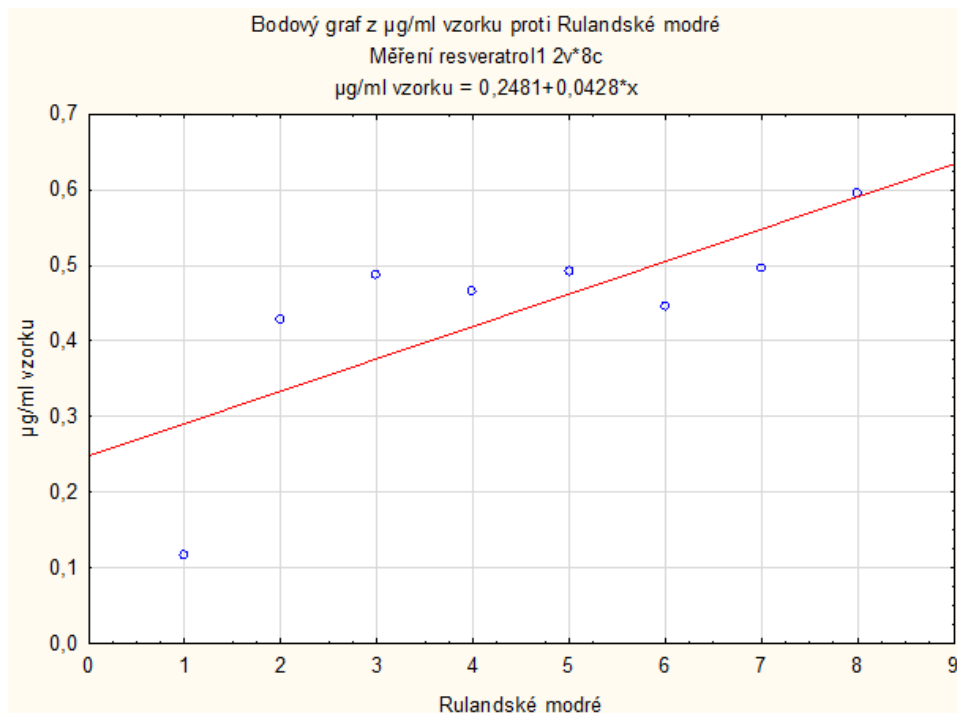
**Tabulka 15:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Svatoavřínecké

N=9	Výsledky regrese se závislou proměnnou: µg/ml vzorku R= ,65846432 R2= ,43357526 Upravené R2= ,35265744 F(1,7) = 5,3582 p<,05381 Směrod. chyba odhadu: ,20786					
	b*	Sm. chyba z b*	b	Sm. chyba z b	t (7)	p-hodn.
Abs. člen			0,318261	0,151008	2,107578	0,073049
Svatoavřínecké	0,658464	0,284461	0,062117	0,026835	2,314782	0,053806

Test regrese je neprůkazný. P-hodnota je pro absolutní člen a regresní koeficient menší než hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Na základě parametrů z tabulky (15) lze sestavit rovnice přímky pro odrůdu:  $y = 0,3183 + 0,0621x$ . Regresní koeficient je statisticky nevýznamný (viz tabulka 13).

## Rulandské modré

**Graf 18:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Rulandské modré



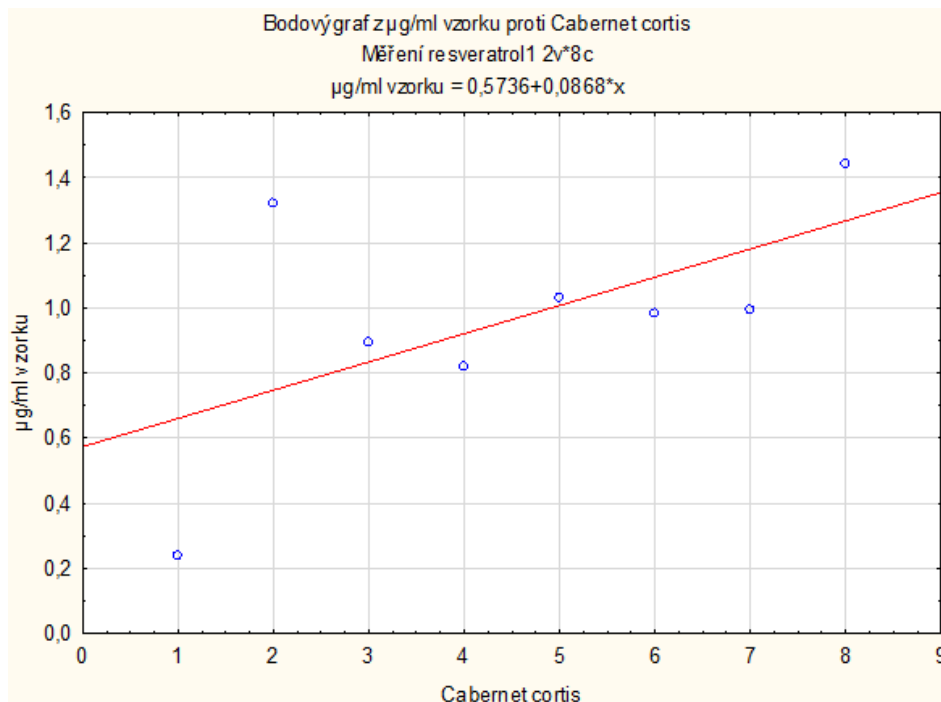
**Tabulka 16:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Rulandské modré

N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou: µg/ml vzorku R= ,74879598 R2= ,56069542 Upravené R2= ,48747799 F(1,6) = 7,6579 p<,03254 Směrod. chyba odhadu: ,10026					
	b*	Sm. chyba z b*	b	Sm. chyba z b	t (6)	p-hodn.
Abs. člen			0,248107	0,078126	3,175749	0,019179
Rulandské modré	0,748796	0,270587	0,042813	0,015471	2,767300	0,032538

P-hodnota byla pro absolutní člen a regresní koeficient menší než hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Podle determinačního koeficientu je možno říci, že 56,07 % z celkové variability hodnot resveratrolu v průběhu výrobního procesu bylo možné vysvětlit lineárním regresním modelem. Dle parametrů z tabulky (16) bylo možné sestavit rovnice přímky pro odrůdu:  $y = 0,2481 + 0,0428x$ . Korelační koeficient se rovnal 0,748.

## Cabernet Cortis

**Graf 19:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Cabernet Cortis



**Tabulka 17:** Výstup z programu Statistica, regresní analýza – Rulandské modré

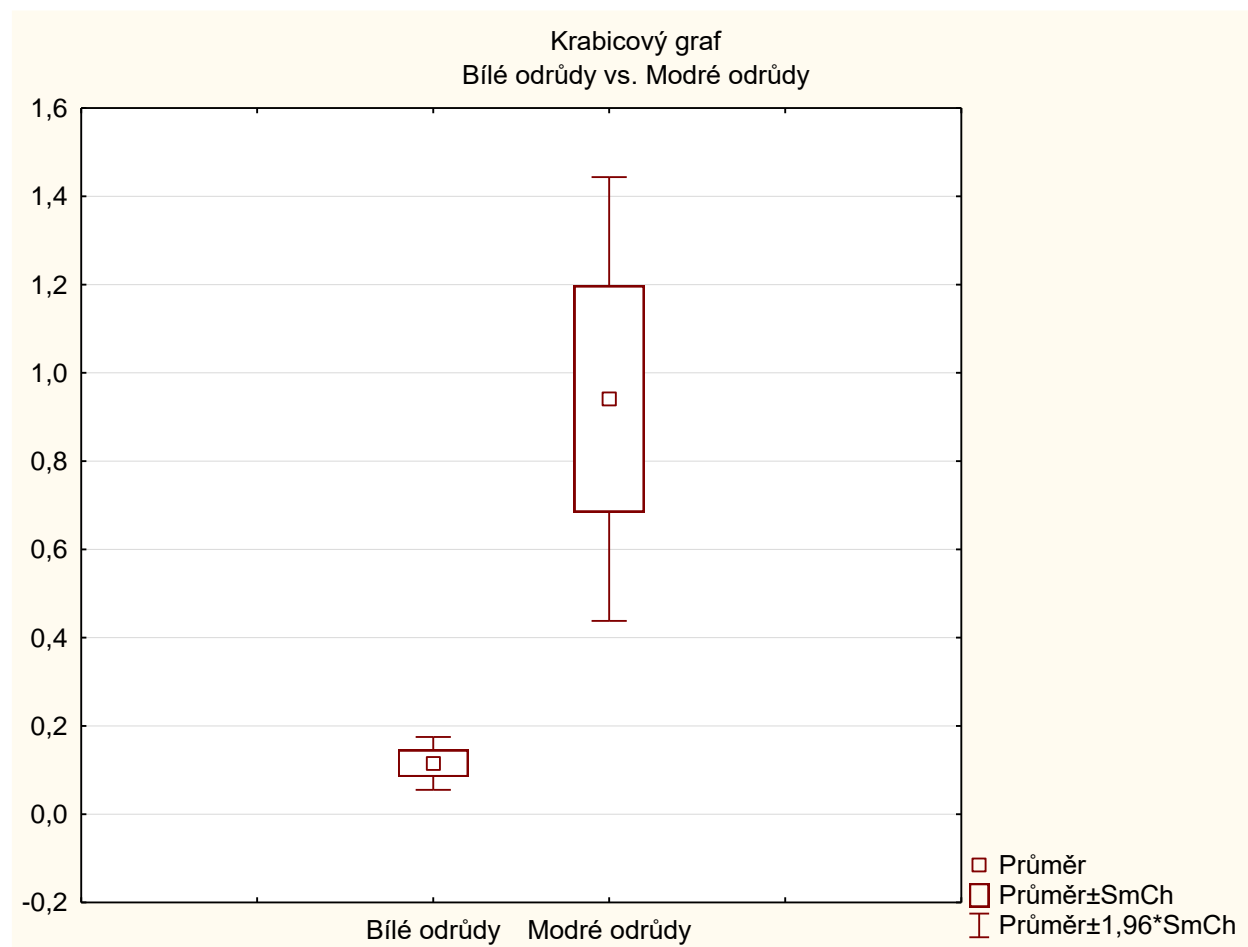
N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou: $\mu\text{g/ml}$ vzorku R= ,58806276 R2= ,34581782 Upravené R2= ,23678745 F(1,6) = 3,1718 p<,12521 Směrod. chyba odhadu: ,31577					
	b*	Sm. chyba z b*	b	Sm. chyba z b	t (6)	p-hodn.
Abs. člen			0,573628	0,246049	2,331361	0,058532
Cebernet Cortis	0,588063	0,330197	0,086776	0,048725	1,780943	0,125213

Test regrese byl vyhodnocen jako neprůkazný. P-hodnota byla pro regresní koeficient a absolutní člen > hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %). Na základě parametrů z tabulky (17) bylo možno sestavit rovnici přímky pro odrůdu:  $y = 0,5736 + 0,0868x$ . Regresní koeficient byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný.

## 5.2 Hypotéza 2

Pro 2. hypotézu byla použita statistická funkce dvouvýběrový T-test v programu Statistica. K analýze byly vzaty poslední odebrané vzorky od každé odrůdy, tedy 6 obsahů. S těmito čísly bylo pracováno z důvodu, že tyto hodnoty se nejvíce blíží obsahům samotného hotového nápoje – vína.

**Graf 17:** Výstup z programu Statistica, T-test – krabicový graf



Z grafu (17) lze vyčíst, že se krabice u bílé a modré odrůdy nepřekrývají, tudíž existuje statisticky významný rozdíl mezi barvami odrůd.

**Tabulka 18: Výstup z programu Statistica, T-test**

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky ( <i>Trans-resveratrol</i> ) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky					
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.pl at. skup. 1
Bílé odrůdy vs. Modré odrůdy	0,115198	0,940949	-3,19616	4	0,033022	3

Skup. 1 vs. skup. 2	T-test pro nezávislé vzorky ( <i>Trans-resveratrol</i> ) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky				
	Poč.plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
Bílé odrůdy vs. Modré odrůdy	3	0,052940	0,444345	70,44826	0,027992

Pro potvrzení existence statisticky významného rozdílu výpočtem z programu Statistica slouží p – hodnota. P-hodnota (0,028) je menší než  $\alpha$  (hladina významnosti - 0,05 %). Na základě výsledku dvouvýběrového t-testu lze konstatovat, že existuje statisticky významný rozdíl mezi bílými a modrými odrůdami (tabulka 18).

### 5.3 Hypotéza 3

Pro vyhodnocení 3. hypotézy byla použita statistická funkce jednofaktorová ANOVA (tabulka 19). Pro vyhodnocení byly použity poslední dva odběry u každé odrůdy, tedy 12 vzorků.

**Tabulka 19: Výstup z programu Statistica, jednofaktorová ANOVA**

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro obsah <i>trans-resveratrolu</i> v $\mu\text{g}/\text{mg}$ ( <i>Trans-resveratrol</i> ) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	2,566517	1	2,566517	122,9336	0,000032
Odrůda	2,021971	5	0,404394	19,3701	0,001218
Chyba	0,125264	6	0,020877		

P – hodnota (0,001) je menší než zvolená hladina významnosti  $\alpha$  (0,05 %), následuje podrobnější vyhodnocení ANOVY. Byly zjištěny statisticky významné rozdíly. Pro podrobnější vyhodnocení ANOVY byl zvolen Tukeyův HSD test (viz tabulka 20).

**Tabulka 20: Výstup z programu Statistica, Tukeyův HSD test**

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v µg/mg ( <i>Trans</i> -resveratrol) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,02088, sv = 6,0000						
	Odrůda	1	2	3	4	5	6
		,08894	,16663	,06710	,68883	,54629	1,2170
1	Solaris		0,992057	0,999982	<b>0,041809</b>	0,121852	<b>0,001948</b>
2	Sylvánské zelené	0,992057		0,976758	0,074171	0,222420	<b>0,002794</b>
3	Rulandské bílé	0,999982	0,976758		<b>0,035776</b>	0,102951	<b>0,001771</b>
4	Svatovavřínecké	<b>0,041809</b>	0,074171	<b>0,035776</b>		0,906939	0,070899
5	Rulandské modré	0,121852	0,222420	0,102951	0,906939		<b>0,025456</b>
6	Cabernet Cortis	<b>0,001948</b>	<b>0,002794</b>	<b>0,001771</b>	0,070899	<b>0,025456</b>	

Na základě výsledků Tukeyova HSD testu lze říci, že u odrůdy Solaris existuje statisticky významný rozdíl v obsahu *trans*-resveratrolu s odrůdami Svatovavřínecké a Cabernet Cortis. U bílé odrůdy Sylvánské zelené existuje statisticky významný rozdíl v obsahu *trans*-resveratrolu jen s odrůdou Cabernet Cortis. Rulandské bílé se statisticky významně liší obsahem *trans*-resveratrolu s odrůdami Svatovavřínecké a Cabernet Cortis. Svatovavřínecké se statisticky liší s odrůdou Cabernet Cortis, Rulandské bílé. Odrůda Rulandské modré se statisticky liší s odrůdou Cabernet Cortis. Cabernet Cortis se statisticky liší v obsahu *trans*-resveratrolu se všemi odrůdami, kromě odrůdy Svatovavřínecké.



## 6 Diskuze

Resveratrol patří mezi nejvíce zkoumaný polyfenol. Jeho účinky vykazují svůj účinek v boji proti nádorům a kardiovaskulárním onemocněním. Má protizánětlivý účinek a působí jako antioxidant. Stanovování koncentrací v jednotlivých rostlinných materiálech a hledání jejich možné přítomnosti se jeví jako velmi významné. Zmíněné účinky jsou hlavním důvodem vyššího zájmu o vědecké zkoumání.

Obsahy *trans*-resveratrolu v prvních odběrech všech odrůd byly nižší než množství *trans*-resveratrolu v poslední vzorcích. Lze říci, že v průběhu procesu vinifikace se obsah resveratrolu zvýšily. Výsledků bylo dosaženo pomocí lineární regrese, která prokázala silnou lineární závislost u odrůd Sylvánské zelené, Rulandské bílé a Rulandské modré. U těchto odrůd bylo zjištěno, že existuje statisticky průkazná pozitivní závislost mezi procesem vinifikace a obsahem *trans*-resveratrolu. U odrůd Solaris, Svatovavřínecké a Cabernet Cortis nebyla zjištěna statisticky průkazná pozitivní závislost mezi procesem výroby vína a obsahem *trans*-resveratrolu. V průběhu procesu výroby vína se obsah resveratrolu zvýšil, statistická průkaznost byla potvrzena však jen u odrůd Sylvánské zelené, Rulandské bílé a Rulandské modré. Goto-Yamamoto et al. (2002) tvrdili, že réva vinná v průběhu zrání hromadí velká množství fenolických sloučenin, kterou je i resveratrol. Balík et al. (2009) stanovovali obsah *trans*-resveratrolu pomocí HPLC s DAD detekcí. Výzkum probíhal u 3 bílých a 3 modrých odrůd *Vitis vinifera* L. Obsah *trans*-resveratrolu v bobuli – moštu se pohyboval v rozmezí 0,3–2,3 mg/kg. Výsledky této diplomové práce byly použity k porovnání se zmíněným rozsahem *trans*-resveratrolu. Byly vzaty detekovatelné hodnoty prvních odběrů všech stanovovaných odrůd révy vinné (bílé odrůdy: Solaris, Rulandské bílé a modrá odrůda Cabernet Cortis). Nejnižší detekovatelná hodnota vyšla 0,05 µg/ml (0,05 mg/kg). Nejvyšší detekovatelná hodnota *trans*-resveratrolu v moštu byla ze sledovaných vzorků naměřena v množství 0,24 µg/ml (0,24 mg/kg). Obsah *trans*-resveratrolu v bobuli stanovený v této diplomové práci vyšel tedy nižší než výsledky studie od Balík et al. (2009). Obsahy *trans*-resveratrolu ve vínech se pohybují v rozmezí 0,2–6 µg/ml (Velíšek & Hajšlová 2009).

Po vyhodnocení stanovení obsahu *trans*-resveratrolu bylo potvrzeno, že vína červená obsahovala významně vyšší množství *trans*-resveratrolu než vína bílá. Po sečtení jednotlivých obsahů posledních odběrů u červených a zvláště bílých odrůd a vytvoření aritmetického průměru se dospělo k výsledku, že červená vína stanovovaná v této práci obsahují 0,941 µg/l *trans*-resveratrolu a vína bílá 0,115 µg/l *trans*-resveratrolu. Obsah *trans*-resveratrolu byl dle výsledků této diplomové práce více než 8 násobně vyšší u vín vyrobených z modrých odrůd révy vinné oproti vínům vyrobených z bílých odrůd *Vitis vinifera* L. K posouzení existence statisticky průkazného rozdílu mezi obsahy *trans*-resveratrolu mezi bílými a modrými odrůdami byla použita statistická analýza jednovýběrový T-test. Na základě výsledků T-testu bylo možné konstatovat, že mezi víny vyrobenými z bílých a modrých odrůd existuje významný rozdíl v obsazích *trans*-resveratrolu. Stervbo et al. (2007) ve své studii uvádí, že průměrný obsah *trans*-resveratrolu ve vínech vyrobených z modrých odrůd révy vinné je 1,9 mg/l (=1,9 µg/ml). Pervaiz (2003); Stervbo et al. (2007) zmínili, že resveratrol je obsažen v bílých,

růžových i červených vínech. Nejvyšší množství bylo však jednoznačně ve vínech červených. Pervaiz (2003) zmínil, že poměr obsahu *trans*-resveratrolu v bílých vínech ku množství v červených vínech je 1–5%.

Závislost obsahu *trans*-resveratrolu na odrůdě révy vinné byla vyhodnocena pomocí statistické analýzy – jednofaktorová ANOVA, a následně podle podrobnějšího vyhodnocení Tukeyovým testem. Na základě analýzy lze říci, že existuje statisticky významný rozdíl mezi odrůdami a v obsazích *trans*-resveratrolu. Toto tvrzení potvrzuje i Atanacković et al. (2012). Odrůda révy vinné Cabernet Cortis se statisticky významně liší od všech odrůd kromě odrůdy Svatovavřínecké, naopak odrůdy Sylvánské zelené a Rulandské modré se statisticky významně liší v obsahu *trans*-resveratrolu jen od již zmíněné odrůdy Cabernet Cortis.

Jedním z cílů práce bylo porovnat změny obsahu resveratrolu v průběhu výroby vína z bílých a modrých odrůd révy vinné. Lze říci, že u všech stanovovaných odrůd byl obsah *trans*-resveratrolu v průběhu školení vína v porovnání odebraného prvního vzorku a posledního vzorku vyšší. Stoupání obsahu *trans*-resveratrolu bylo zapříčiněno fermentací vína. Klesání lze vysvětlit přidávkou bentonitu, stáčením s kalů a filtrací. Threlfall et al. (2008) v jejich studii potvrdili, že právě bentonite měl vliv na snižování obsahu *trans*-resveratrolu v průběhu výroby vína.

Nejvyšší obsah *trans*-resveratrolu z měřených modrých odrůd révy vinné dle průměrné hodnoty všech odebraných vzorků u jedné odrůdy měly odrůda Cabernet Cortis (0,964 µg/ml vzorku), dále Svatovavřínecké (0,566 µg/ml vzorku) a nejnižší průměrnou hodnotu *trans*-resveratrolu u modrých odrůd obsahovalo Rulandské modré (0,441 µg/ml vzorku). Nejvyšší množství *trans*-resveratrolu u bílých odrůd révy vinné dle průměrné hodnoty všech odebraných vzorků měla odrůda Sylvánské zelené (0,122 µg/ml vzorku), dále Solaris (0,081 µg/ml vzorku) a nejnižší průměrný obsah *trans*-resveratrolu byl naměřen u odrůdy Rulandské bílé (0,050 µg/ml vzorku). Pořadí od nejvyššího po nejnižší dle průměrného obsahu *trans*-resveratrolu ze všech šesti bílých i modrých odrůd byly Cabernet Cortis, Svatovavřínecké, Rulandské modré, Sylvánské zelené, Solaris a Rulandské bílé. Pervaiz (2003) ve své práci tvrdí, že nejvyšší obsahy *trans*-resveratrolu byly zaznamenány ve vínech vyrobených z hroznů modré odrůdy *Pinot noir* (Rulandské modré).

## 7 Závěr

Cílem práce bylo stanovit obsahy resveratrolu v průběhu zrání vína pomocí metody HPLC. Pro stanovení *trans*-resveratrolu byly použity 3 bílé a 3 modré odrůdy révy vinné. Vzorky byly poskytnuty z Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i./ Výzkumné stanice vinařské v Karlštejně. Jednalo se o bílé odrůdy Solaris, Sylvánské zelené, Rulandské bílé a o modré odrůdy Svatovavřinecké, Rulandské modré a Cabernet Cortis. Mezi další cíle práce patřilo porovnat změny obsahu resveratrolu v průběhu výroby vína a srovnat obsahy resveratrolu u jednotlivých odrůd.

Byly shrnuty dosavadní poznatky o resveratrolu, jeho struktura, biologické účinky a jeho zdroje. Z biologických účinků vyplývá, že resveratrol hraje důležitou roli v boji proti kardiovaskulárním onemocněním, proti karcinomům či v boji proti volným radikálům díky jeho významné antioxidační aktivitě. Problém ovšem vykazuje jeho nízká biologická dostupnost.

- 1. hypotéza: „V průběhu procesu výroby vína se snižuje obsah resveratrolu“ byla zamítnuta. V procesu vinifikace se obsah *trans*-resveratrolu u všech námi stanovovaných odrůd zvyšoval. Toto tvrzení bylo statisticky potvrzeno.
- 2. hypotéza: „Mezi víny vyrobenými z bílých a modrých odrůd není významný rozdíl v obsazích resveratrolu.“ Tato hypotéza byla zamítnuta. Mezi víny vyrobenými z bílých a modrých odrůd existuje statisticky významný rozdíl v obsazích *trans*-resveratrolu.
- 3. hypotéza: „Obsah resveratrolu ve víně není závislý na odrůdě révy vinné.“ Tato hypotéza byla zamítnuta. Existuje statisticky významné odůvodnění, že obsah resveratrolu je závislý na odrůdě révy vinné.

Směr působení účinků resveratrolu na lidské zdraví se jeví jako velmi významný, proto by byl vhodný další výzkum pro lepší uplatnění resveratrolu ve výživě člověka.

## 8 Literatura

- Ackermann P. 2007. Velký vinařský slovník.
- Aldred E. 2009. Pharmacology A Handbook for Complementary Healthcare Professionals. Churchill Livingstone, London.
- Atanacković M, Petrović A, Jović S, Bukarica L, Bursać M, Cvejic J. 2012. Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chemistry* **131**:513–518.
- Balík J, Kyseláková M, Vrchotová N, Tříška J, Kumšta M, Veverka J, Híc P, Totušek J, Lefnerová D. 2009. Relations between polyphenols content and antioxidant activity in vine grapes and leaves. *Czech Journal of Food Sciences* **26**:S25–S32.
- Buglass AJ, editor. 2011. Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and Nutritional Aspects 1st edition. Wiley.
- Cardona F, Andrés-Lacueva C, Tulipani S, Tinahones FJ, Queipo-Ortuño MI. 2013. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *The Journal of Nutritional Biochemistry* **24**:1415–1422.
- Carrascosa AV, Munoz R, González R. 2011. Molecular wine microbiology, 1st edition. Academic Press, Amsterdam.
- Čepička J, Karabín M. 2002. Polyfenolové látky piva - přirozené antioxidanty. *Chemické listy* **2002**:90–95.
- El Rayess Y, Albasi C, Bacchin P, Taillandier P, Raynal J, Mietton-Peuchot M, Devatine A. 2011. Cross-flow microfiltration applied to oenology: A review. *Journal of Membrane Science* **382**:1–19.
- Farkaš J. 1980. Technologie a biochemie vína, 2nd edition. Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Fic V, kolektiv. 2015. Víno - analýza, technologie, gastronomie. 2 Theta, Český Těšín.
- Foulonneau C. 2014. La vinification. DUNOD.
- Gambini J et al. 2015. Properties of Resveratrol: In Vitro and In Vivo Studies about Metabolism, Bioavailability, and Biological Effects in Animal Models and Humans. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* **2015**:837042.

- Goto-Yamamoto N, Wan GH, Masaki K, Kobayashi S. 2002. Structure and transcription of three chalcone synthase genes of grapevine (*Vitis vinifera*). *Plant Science* **162**:867–872.
- Grainger K, Tattersall H. 2005. *Wine production: vine to bottle*. Blackwell Pub, Oxford.
- Greenstock CL. 1984. Free-Radical Processes in Radiation and Chemical Carcinogenesis. Pages 269–293 *Advances in Radiation Biology*. Elsevier. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780120354115500125> (accessed August 19, 2020).
- Gürbüz O, Gocmen D, Dagdelen F, Gürsoy M, Aydın S, Şahin İ, Büyükuysal L, Usta M. 2007. DETERMINATION OF FLAVAN-3-OLS AND TRANS-RESVERATROL IN GRAPES AND WINE USING HPLC WITH FLUORESCENCE DETECTION.
- Gutiérrez A, Chiva R, Sancho M, Beltran G, Arroyo-López FN, Guillamon JM. 2012. Nitrogen requirements of commercial wine yeast strains during fermentation of a synthetic grape must. *Food Microbiology* **31**:25–32.
- Houser P. 2004, January 16. Pivo pod mikroskopem (2). Available from <https://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/pivo-pod-mikroskopem-2-2638/> (accessed August 19, 2020).
- Hrabě J, Buňka F, Hoza I. 2007. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: pro kombinované studium.1*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Hubáček V. 1997. *Výroba réвовého vína*. Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství České republiky, Praha.
- Hubáček V, Kraus V. 1982. *Hrozny a víno z vinice i zahrady*, 1st edition. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Jackson RS. 2014. *Wine science: principles, practice, perception.4*. Academic Press, Amsterdam.
- Johnson H, Robinson J. 2015. *Světový atlas vína*. Slovart, Praha.
- Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava.
- Kolouchová I, Melzoch K, Šmidrkal J, Filip V. 2005. Obsah resveratrolu v zelenině a v ovoci **99**:492–495.
- König H, Uden G, Fröhlich J. 2017. *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine2*. Springer.

- Kraus V. 2012. Pěstujeme révu vinnou. Grada, Praha.
- Kraus V, Foffová Z, Krausová D, Vurm B. 2008. Nová encyklopedie českého a moravského vína, 2nd edition. Praga Mystica, Praha.
- Kraus V, Hubáček V, Ackermann P. 2010. Rukověť vinaře, 3rd edition. Brázda, Praha.
- Krpeš C. 1984. Zhodnocení agroekologických podmínek na tvorbu aromatických složek moštu (závěrečná práce). Page 70. VURV Praha, Praha.
- Kumšta M. 2006. Zdraví prospěšné látky ve víně. 2006 **99**:48–49.
- Kumšta M. 2007. Organické kyseliny v hroznech a moštu. Vinařský obzor:430–431.
- Kuttelvašer Z. 2003. Abeceda vína. Radix, Praha.
- Lachman J, Hejtmánková A, Táborský J, Kotíková Z, Pivec V, Střalková R, Vollmannová A, Bojňanská T, Dědina M. 2015. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. LWT - Food Science and Technology **63**:620–625.
- Lachman J, Kotíková Z, Hejtmánková A, Pivec V, Pšeničnaja O, Šulc M, Střalková R, Dědina M. 2016. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. Horticultural Science **43**:25–32.
- Lakenbrink C, Lapczynski S, Maiwald B, Engelhardt UH. 2000. Flavonoids and Other Polyphenols in Consumer Brews of Tea and Other Caffeinated Beverages †. Journal of Agricultural and Food Chemistry **48**:2848–2852.
- Ludvíková I. 2020. Přehled odrůd révy 2020/21. UKZÚZ Brno, Brno.
- Macheix J, Fleuriet A, Billot J. 1990. Fruit phenolics. CRC Press, Florida.
- Machovec J. 2008. Vinařství a vína české republiky. DonauMedia, Bratislava.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition **79**:727–747.
- McMurry J. 2015. Organic Chemistry. Cengage Learning, Massachusetts.
- Michlovský M. 2015. Příprava červených vín. Vinisekt Michlovský, Rakvice.
- Michlovský M. 2014b. Bobule. Rakvice: Vinisekt Michlovský, Rakvice.
- Michlovský M. 2014a. Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře. Vinisekt Michlovský, Rakvice.

- Passos CP, Silva RM, Da Silva FA, Coimbra MA, Silva CM. 2010. Supercritical fluid extraction of grape seed (*Vitis vinifera* L.) oil. Effect of the operating conditions upon oil composition and antioxidant capacity. *Chemical Engineering Journal* **160**:634–640.
- Pavloušek P. 2005. Pěstování révy vinné v zahradách. CP Books, Brno.
- Pavloušek P. 2007a. Kyselina jablečná a její význam pro kvalitu hroznů a vína. *Vinařský obzor* **100**:545–546.
- Pavloušek P. 2007b. Encyklopedie révy vinné. Computer Press, Brno.
- Pavloušek P. 2010. Výroba vína u malovinařů, 2nd edition. Grada, Praha.
- Pavloušek P. 2012. PIWI odrůdy českého původu vhodné pro ekologické vinohradnictví **105**:557–559.
- Pelikán M, Dudáš F, Míša D. 1996. Technologie kvasného průmyslu, 2nd edition. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Pervaiz S. 2003. Resveratrol: from grapevines to mammalian biology. *FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology* **17**:1975–1985.
- Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČZV, Praha.
- Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. 2013. Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. *Pharmacological Research* **68**:125–131.
- Rayess YE. 2014. Wine: Phenolic Composition, Classification and Health Benefits. Nova Science Publisher, New York.
- Richter J. 2002. Léčení vínem - Dobré víno náš nejlepší lék. Eko-konzult, Bratislava.
- Rop O, Hrabě J. 2009. Nealkoholické a alkoholické nápoje. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Šamánek M, Urbanová Z. 2010. Víno na zdraví. Agentura Lucie.
- Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. 2005. Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American Journal of Clinical Nutrition* **81**:215S-217S.
- Sedlo J. 1994. Ekologické vinohradnictví. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
- Sedlo J, Ludvíková I. 2014. Přehled odrůd révy 2014. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský; Svaz vinařů České republiky, Velké Bílovice.

- Šmidrkal J, Filip V, Melzoch K, Hanzlíková I, Buckliová D, Křísa N. 2001. Resveratrol **95**:602–609.
- Soleas GJ, Diamandis EP, Goldberg DM. 1997. Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention. *Journal of Clinical Laboratory Analysis* **11**:287–313.
- Steidl R. 2010. *Sklepní hospodářství*, 2nd edition. Národní vinařské centrum, Valtice.
- Stervbo U, Vang O, Bonnesen C. 2007. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. *Food Chemistry* **101**:449–457.
- Stevenson T. 2002. *Nová encyklopedie vín - Průvodce světem vína*, 1st edition. Knižní klub, Praha.
- Střalková R. 2021, March 10. *Klima na Karlštejně a informace o stanici*.
- Styger G, Prior B, Bauer FF. 2011. Wine flavor and aroma. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* **38**:1145.
- Švejcar V, Minárik E. 1976. *Vinařství: biochemie vína*. Vysoká škola zemědělská, Brno.
- Threlfall R, MORRIS JR, Mauromoustakos A. 2008. Effects of fining agents on trans-resveratrol concentration in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **5**:22–26.
- UKZÚZ. 2020. *Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize*. UKZÚZ, Brno.
- Umeno A, Horie M, Murotomi K, Nakajima Y, Yoshida Y. 2016. Antioxidative and Antidiabetic Effects of Natural Polyphenols and Isoflavones. *Molecules (Basel, Switzerland)* **21**.
- Urbanová Z, Šamánek M. 2018. Konec legendy o resveratrolu | ZNOVÍN ZNOJMO, a.s. - výrobce vín - Vína hrdá na svůj původ. Available from <https://www.znovin.cz/konec-legendy-o-resveratrolu> (accessed August 16, 2020).
- Velíšek J, Hajšlová J. 2009. *Chemie potravin 2*. OSSIS, Tábor.
- Watson R, Preedy V, Zibadi S. 2014. *Polyphenols in human health and disease*. Academic Press, Massachusetts.
- Weiskirchen S, Weiskirchen R. 2016. Resveratrol: How Much Wine Do You Have to Drink to Stay Healthy? *Advances in Nutrition* **7**:706–718. Oxford Academic.
- Zhang H, Tsao R. 2016. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science* **8**:33–42.