

# **Resveratrol jako biologicky aktivní látka ve víně**

Zuzana Švajdová, DiS.

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie a mikrobiologie potravin  
akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zuzana ŠVAJDOVÁ, DiS.**  
Osobní číslo: **T08081**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Resveratrol jako biologicky aktivní látka ve víně**

Zásady pro vypracování:

- 1. Popsat chemické složení vína se zaměřením na polyfenolické látky.**
- 2. Charakterizovat resveratrol jako významnou aktivní látku ve víně.**
- 3. Zhodnotit vliv resveratrolu na lidské zdraví.**
- 4. Stanovení obsahu resveratrolu ve víně pomocí HPLC.**
- 5. Z dostupné literatury porovnat obsah resveratrolu v bílých a červených vínech.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] ŠMIDRKAL, J. a kol. Resveratrol. Chemické listy 95, 2001, s. 602 – 609

[2] MAROON, J. Jak resveratrol a červené víno aktivují geny delšího a zdravějšího života. Noxi, 2010, 392 s. ISBN 978-80-8110-031-3

[3] FREMONT, L. Biological effects of resveratrol. Life Science 66: 663 ? 673, 2000.

[4] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin II. OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9

[5] MINÁRIK, E., NAVARA, A. Chémia a mikrobiológia vína. Bratislava: Příroda, 1986, 560 s.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Miroslav Šivel**

Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2011**

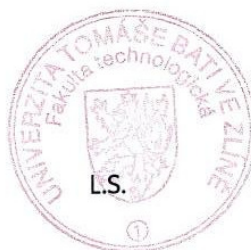
Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*




doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 26.5.2011



.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá resveratolem, polyfenolickou látkou s prokazatelnými biologickými, antimikrobiálními a antioxidačními účinky. Úvod práce popisuje chemické složení vína se zaměřením na významné polyfenoly. Dále shrnuje dosavadní informace o resveratrolu, objasňuje význam této látky z hlediska vlivu na zdraví člověka a také stručně popisuje stanovení resveratrolu ve víně pomocí metody HPLC. Závěr práce pak pojednává o rozdílných účincích bílého a červeného vína a porovnává obsah resveratrolu v bílých a červených vínech z různých vinařských oblastí světa.

**Klíčová slova: víno, resveratrol, polyfenolické látky, HPLC, doplňky stravy**

## **ABSTRACT**

This thesis deals with resveratrol, a polyphenolic compound with demonstrable biological, antimicrobial and antioxidant effects. The introduction describes the chemical structure of wine with focus on the important polyphenolic compounds. The thesis summarised current information about resveratrol, explain the importance of this compound in light of the influence on the human health and describes in short the determination of resveratrol in wine by the method HPLC. The end of the work is about different effects between white and red wines and compares the content of resveratrol in white and red wines from various wineries areas of world.

**Key words: wine, resveratrol, polyphenolic compounds, HPLC, dietary supplements**

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Mirku Šivelovi za jeho pomoc, odborné rady, názory a připomínky, za jeho ochotu a čas, který mi věnoval při vypracování této práce.

Ráda bych také poděkovala svému příteli, rodině, přátelům a kolegům v práci za jejich podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VÍNA</b> .....	<b>11</b>
1.1 SACHARIDY .....	11
1.2 ORGANICKÉ KYSELINY .....	12
1.3 ALKOHOLY .....	12
1.4 DUSÍKATÉ LÁTKY .....	13
1.5 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	13
1.6 TUKOVÉ LÁTKY .....	14
1.7 BARVIVA .....	14
1.8 TŘÍSLOVINY.....	14
1.9 AROMATICKÉ LÁTKY .....	14
1.10 VITAMINY .....	15
1.11 FENOLICKÉ A POLYFENOLICKÉ LÁTKY .....	15
<b>2 VÝZNAMNÉ FENOLICKÉ LÁTKY A POLYFENOLY VE VÍNĚ</b> .....	<b>17</b>
2.1 FENOLOVÉ KYSELINY .....	17
2.2 FLAVONOIDY .....	18
2.2.1 Anthokyany .....	19
2.2.2 Flavanony a flavanonoly .....	19
2.2.3 Flavony a flavonoly .....	19
2.2.4 Flavanoly .....	20
2.2.5 Isoflavonoidy .....	20
2.3 TANNINY .....	21
2.4 LIGNANY .....	21
2.5 STILBENY .....	21
<b>3 RESVERATROL</b> .....	<b>23</b>
3.1 CHEMICKÁ STRUKTURA A VLASTNOSTI.....	23
3.2 VÝSKYT V PŘÍRODĚ .....	24
3.3 FUNKCE V ROSTLINĚ.....	24
3.4 FRANCOUZSKÝ PARADOX .....	26
3.5 LABORATORNÍ STUDIE .....	26
3.6 BIOLOGICKÉ ÚČINKY .....	27
3.6.1 Antioxidační efekt .....	27
3.6.2 Protizánětlivé účinky .....	28
3.6.3 Srážlivost krve.....	28
3.6.4 Protirakovinný efekt .....	28



3.7	VSTŘEBÁVÁNÍ A DÁVKOVÁNÍ RESVERATROLU .....	29
3.8	DOPLŇKY STRAVY S RESVERATROLEM .....	29
3.8.1	Výroba a testování doplňků stravy s resveratrolem.....	30
3.8.2	Doplňky stravy s resveratrolem.....	30
3.8.3	Kombinace resveratrolu s L-karnitinem.....	31
<b>4</b>	<b>OBSAH RESVERATROLU V BÍLÝCH A ČERVENÝCH VÍNECH .....</b>	<b>32</b>
4.1	ROZDÍLY V ÚČINCÍCH BÍLÉHO A ČERVENÉHO VÍNA .....	32
4.2	„MORAVSKÝ PARADOX“ .....	33
4.3	STANOVENÍ RESVERATROLU VE VÍNĚ METODOU HPLC .....	33
4.3.1	Detektory pro kapalinovou chromatografii .....	34
4.4	SROVNÁNÍ OBSAHU <i>TRANS</i> -RESVERATROLU V BÍLÝCH A ČERVENÝCH VÍNECH .....	34
4.4.1	Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v bílých vínech stanovených pomocí HPLC .....	34
4.4.2	Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v červených vínech stanovených pomocí HPLC.....	35
4.4.3	Růžová vína.....	36
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>38</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>40</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>45</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>49</b>

## ÚVOD

Víno, k jehož výrobě jsou surovinou hrozny vinné révy, je jedním z nejdéle známých alkoholických nápojů. Jeho doložená historie se vyvíjela od dávnověkých obyvatel Mezopotámie a starého Egypta přes antiku Řecka a Říma a středověk Evropy až k dnešním dnům. V naší zemi patří vinařství k méně rozsáhlým průmyslovým odvětvím, ale s moderní technologií, dobrou technickou základnou a výbornými víny vysoké kvality, což dokládají i úspěchy našich několika vinařství na mezinárodních soutěžích. K nejvýznačnějším vinařským zemím v Evropě patří především Itálie, Francie, Španělsko a Portugalsko a v zámoří Argentina, Austrálie, Chile a USA. [1]

Nedokážeme přesně určit, kdy se začalo pít víno ze zdravotních důvodů, protože z doby, kdy ještě nebylo známé písmo, scházejí jakékoliv písemné údaje. Je však jasné, že staré lékařství si již tisíce let uvědomovalo příznivé účinky, které mělo víno na zdraví. [5] Každá sklenice vína obsahuje zhruba dvě stě různých fenolických látek. Některé z nich jsou biologické antioxidanty – zpomalují v buňkách oxidační procesy, které by mohly být nebezpečné (deaktivují radikály vznikající přirozenými pochody nebo působením jak přírodního, tak umělého radioaktivního, popřípadě kosmického záření). Posledních pět let se věnuje pozornost vlivu fenolických látek na lidský organismus. Příznivý vliv jedné z nejvýznamnějších – resveratrolu – na lidský organismus je znám asi od r. 1992. Avšak vědomosti o účincích resveratrolu jsou různé. [24]

## 1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VÍNA

Chemické složení hroznů má rozhodující vliv na kvalitu vyráběného vína a je ovlivněno nejen odrůdou, ale i klimatickými a půdními podmínkami daného ročníku a jejich zralostí. Voda, sacharidy a organické kyseliny jsou nejdůležitější chemickou složkou bobulí hroznů a následně získaného moštu. [2] Odhaduje se, že vína obsahují 400-600 sloučenin v celkovém množství 0,8-1,2 g.l<sup>-1</sup>. [3] Obsah vody ve vínech je vždy vyšší jako v mošttech, protože 50 % cukrů se při kvašení degraduje na CO<sub>2</sub> a uniká. [7] Voda je rozpouštědlem pro většinu ostatních látek. Při přezrávání hroznů se obsah vody může snižovat v důsledku: výparu, působením ušlechtilé plísně *Botrytis cinerea* a mrazu. [2]

**Tabulka 1 Obsah významných látek ve víně**

Složka	Obsah (g.l <sup>-1</sup> )	Zdroj
Sacharidy	0-18 a více	[2]
Organické kyseliny	5-9	[6]
Ethanol	100-120	[6]
Methanol	0,02-0,24	[3]
Dusíkaté látky	0,2-1,4	[6]
Minerální látky	1,5-3	[6]
Tuky	0,05-0,1	[6]
Barviva	0,01-3	[8]
Třísloviny	1-2	[9]
Vonné a chuťové látky	2	[6]
Vitaminy	0,01	[6]
Fenolické a polyfenolické látky	0,2-4	[15]

### 1.1 Sacharidy

Obsah cukrů ve víně je tvořen převážně glukosou a fruktosou ve stejném množství. Dále mošt obsahuje sacharosu a nezkvasitelné pětiuhlíkaté monosacharidy (pentosy) a polysacharid škrob, který se do moštu dostává z rozdrcených třepin. [2] Obsah cukrů ve víně je ovlivněn stupněm fermentace.

Dle obsahu cukrů se pak vína dělí na:

- suchá            0–4 g.l<sup>-1</sup>
- polosuchá      4–9 g.l<sup>-1</sup>
- polosladká     9–18 g.l<sup>-1</sup>
- sladká           více než 18 g.l<sup>-1</sup>

## 1.2 Organické kyseliny

V moštu převládá kyselina vinná a dále jsou přítomny kyselina jablečná, kyselina citronová a v nepatrných množstvích kyselina glukonová, jantarová, šťavelová, fumarová a další. Kyselina vinná je přítomná i ve formě draselné soli (hydrogenvinanu draselného) – vinného kamene, který je ve vodě málo rozpustný a téměř nerozpustný v ethanolu. Obsah organických kyselin se ve víně pohybuje mezi 5-9 g.l<sup>-1</sup>. [6] Víno obsahuje také těkavé kyseliny jako např. kyselinu octovou, propionovou a máselnou, a to asi 0,3–0,6 g.l<sup>-1</sup>. [2]

## 1.3 Alkoholy

Mluvíme-li o alkoholech ve víně, máme na mysli především ethanol, který ovlivňuje působení vína na lidský organismus. Ethanol je v čisté formě bezbarvá kapalina příjemného zápachu a pálivě ostré chuti. Vzniká jako hlavní produkt při anaerobním odbourávání cukrů kvasinkami při tzv. alkoholovém kvašení cukrů (mono-, di- a polysacharidů) pomocí kvasinek. Obsah alkoholu ve vínech se pohybuje mezi 8 - 18 % obj., v běžných vínech je to 100–120 g.l<sup>-1</sup> v závislosti na obsahu cukru v moštu. [3, 6]

Methanol vzniká při enzymatickém odbourávání slupek, pečiček a třapin plodů. V malém množství se nachází ve všech vínech. Množství vzniklého methanolu závisí na řadě faktorů, zpravidla se pohybuje od 20 do 240 mg.l<sup>-1</sup>. Červená vína mají obsah methanolu asi dvojnásobný oproti bílým. [3] Víno dále obsahuje vyšší alkoholy vznikající při ethanolovém kvašení, které se označují jako přibloudlina. Obsah alkoholů přiboudliny ve vínech závisí na odrůdě (červená vína obsahují více přiboudliny než bílá), fermentačních podmínkách, ale také na použitém kmenu kvasinek. Nejvíce zastoupeny jsou propanol (propylalkohol), butanol (butylalkohol) a amylalkohol. [3]

## 1.4 Dusíkaté látky

K dusíkatým látkám patří aminokyseliny, peptidy, bílkoviny, amonné soli, aminy a dusičnany. Aminokyseliny jsou výživou pro kvasinky a bakterie. [2] Víno obsahuje všech 20 základních aminokyselin včetně 8 esenciálních. [6]

V 1 litru hroznové šťávy se nalézá asi 0,2–1,4 g dusíku, přičemž kvasinky během kvašení spotřebují 75 % tohoto množství. K sloučeninám dusíku patří také biogenní aminy, které vznikají při kvašení kyseliny mléčné a mohou pro naše zdraví představovat vážné nebezpečí. Jejich představitelem je zejména histamin, který je uváděn jako jeden z prekurzorů cirhózy jater. [6]

## 1.5 Minerální látky

Obsah minerálních látek je ovlivněn půdními podmínkami. Jejich množství ve víně závisí na způsobu hnojení a vinné révy a zvolené výrobní technologii. [4] V hroznech a ve víně jsou obsaženy téměř všechny kovy, a to ve formě síranů, uhličitanů, fosforečnanů, chloridů, křemičitanů a oxidů. [7] Obsah minerálních látek v našich vínech je 1,5-3,0 g.l<sup>-1</sup>. Určitý podíl obsahu minerálních látek spotřebují kvasinky v průběhu kvašení. Draslík (kalium) se ztrácí také tvorbou vinného kamene. [6]

**Tabulka 2 Průměrný obsah minerálních látek v moštu a ve víně**

Minerální látka	Obsah v mg.l <sup>-1</sup>
Draslík	600 - 1200
Sodík	10 - 25
Vápník	40 - 90
Hořčík	30 - 50
Měď	3 - 10
Mangan	2 - 6
Železo	5 - 20
Hliník	0,3 - 1
Bor	80 - 110

## 1.6 Tukové látky

Víno obsahuje pouze malé množství těchto látek, a to 0,05-0,1 g.l<sup>-1</sup>. [6] Olej ze semen, přecházející při lisování a nakvašování do moštů se skládá z glycidů kyselin stearové, palmitové, a linolenové. Přítomné jsou i kyselina eruková, ricinoolejová a glycidy kyselin olejové a linolenové. Vyšší množství tuku je tvořeno v metabolismu kvasinek. Sušina kvasničné hmoty obsahuje až 7 % tuku. [7]

## 1.7 Barviva

Modré odrůdy révy vinné obsahují červená barviva anthokyaniny, také nazývané anthokyaniny, které přechází do vína v době nakvášení ze slupek bobulí. Jelikož nejsou tato barviva obsažena v dužnině, lisováním hroznů z modrých odrůd bez nakvášení vyrobíme bílé nebo růžové víno. Výjimku tvoří tzv. barvířky, které obsahují anthokyaniny také v dužnině. Množství anthokyanů ve víně je dáno odrůdou, půdními podmínkami, také způsobem ošetřování vína. Jejich množství může dosáhnout hodnoty až 3 g.l<sup>-1</sup>. Slupka bobulí bílých odrůd obsahuje žlutá barviva flavonoidy a xanthofyly. [8]

## 1.8 Třísloviny

Třísloviny se nalézají především v peckách, slupkách a stopkách hroznů. Jsou to polyfenolové sloučeniny, které mají stahující vliv na sliznici. Toto stahující působení tanninů vzniká povrchovým srážením bílkoviny na sliznici. Obsah tříslovin v červených vínech může být 1–2 g.l<sup>-1</sup>. [6]

## 1.9 Aromatické látky

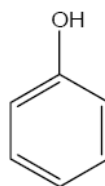
Chemicky jde o látky, které patří především k aldehydům (skořicový aldehyd, acetylaldehyd), kyselinám (aromatické karbové kyseliny u špičkových vín), alkoholům a esterům. Jsou však obsaženy pouze v koncentraci menší než 2 g.l<sup>-1</sup>. [6] Mohou to být látky jednoduché, jako kyseliny a estery, nebo složitější, jako jsou terpenoly, které vínu dodávají vůně kořenité či květinové. Laktony víno obohacují o vůně ovocné, pyraziny připomínají vůně grilování. Estery jsou kondenzáty jedné kyseliny a alkoholu. Každý ve víně vytváří jiné charakteristické aromatické látky. [10] Typickými odrůdami vinné révy s charakteristickým buketem jsou Muškát, Tramín, Sauvignon či Ryzlink.

## 1.10 Vitaminy

Všeobecně lze říci, že víno neobsahuje mnoho vitaminů. Víno obsahuje především vitamin C (kyselina L-askorbová), který se nachází v bobulích, slupkách i stoncích hroznů. Jeden litr vína může obsahovat až 10 mg vitaminu C. Z dalších vitaminů jsou přítomny vitaminy skupiny B – B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (kyselina nikotinová), B5 (kyselina D-pantothenová), B6 (pyridoxin) a B12 (kyanokobalamin) a vitamin H (biotin). Jiné vitaminy např. vitamin A, a také provitaminy A, jako karoteny a xanthofyly se vyskytují ve stopovém množství. [6]

## 1.11 Fenolické a polyfenolické látky

Pojem fenolické látky zahrnuje velmi širokou a různorodou skupinu chemických látek. Fenolické látky mají jedno nebo více hydroxylových skupin připojených přímo na aromatický kruh, jak znázorňuje obrázek 1. [11]



Obrázek 1 Fenol

Fenolové sloučeniny nacházející se jako součást potravin rostlinného původu vykazují pestrou škálu biologických účinků. Oceňují se zejména jejich antimikrobiální a antioxidační vlastnosti. Některé fenolové sloučeniny jsou však také toxické. Ostatní fenolové sloučeniny, např. fenolové kyseliny, lignany, tanniny, stilbeny, flavonoidy a mnohé fenolové sloučeniny, vykazují široké spektrum dalších biologických účinků. [3]

Polyfenoly jsou látky, které mají více než jednu fenol-hydroxylovou skupinu připojenou na jedno nebo více benzenových jader. Polyfenoly jsou nejhojnějšími antioxidanty ve stravě. [12] Polyfenolové sloučeniny představují významnou část sekundárních rostlinných metabolitů, které se běžně vyskytují u vyšších rostlin.[13] Rostliny stresované suchem, infekcemi, slunečním ultrafialovým zářením a dalšími faktory produkují více ochranných

polyfenolů. [12] Nejběžnějšími rostlinnými polyfenoly jsou flavonoidy, fenolové kyseliny a lignany. [14]

Přehled významných fenolických a polyfenolických látek bude podrobněji popsán v následující kapitole.



## 2 VÝZNAMNÉ FENOLICKÉ LÁTKY A POLYFENOLY VE VÍNĚ

Fenoly jsou součástí prakticky všech potravin. Jsou velice heterogenní skupinou sloučenin, z nichž se některé uplatňují jako vonné látky. Jedná se o některé jednoduché fenoly, které vznikají jako degradační produkty fenolových kyselin, produkty jejich redukce (aldehydy, alkoholy) a další. Fenoly jsou také významnými chuťovými látkami (jednoduché fenoly i tzv. polyfenoly, jako jsou např. kondenzované trísloviny zvané flavolany, které jsou nositeli trpké chuti), přírodními barvivy (některé lignany, flavonoidy a jim příbuzné stilbeny aj.). Některé fenoly vykazují výrazné biologické účinky, a řadí se proto např. mezi obranné látky rostlin zvané fytoalexiny, přírodní antioxidanty nebo přirozené toxické složky potravin.

Polyfenoly tvoří rozsáhlou skupinu sloučenin - asi 85 % flavonoidních látek, zbylých 15 % tvoří látky neflavonoidní. Obsah fenolických látek je u červených vín vyšší, od 800–4000 mg.l<sup>-1</sup>, u bílých vín se jejich obsah pohybuje mezi 200-500 mg.l<sup>-1</sup>. [15]

Nejvíce a nejlépe studovanými polyfenoly jsou flavonoidy, mezi které patří tisíce sloučenin, kromě jiného flavonoly, flavony, katechiny, flavanony, anthokyanidiny a isoflavonoidy. [16]

### 2.1 Fenolové kyseliny

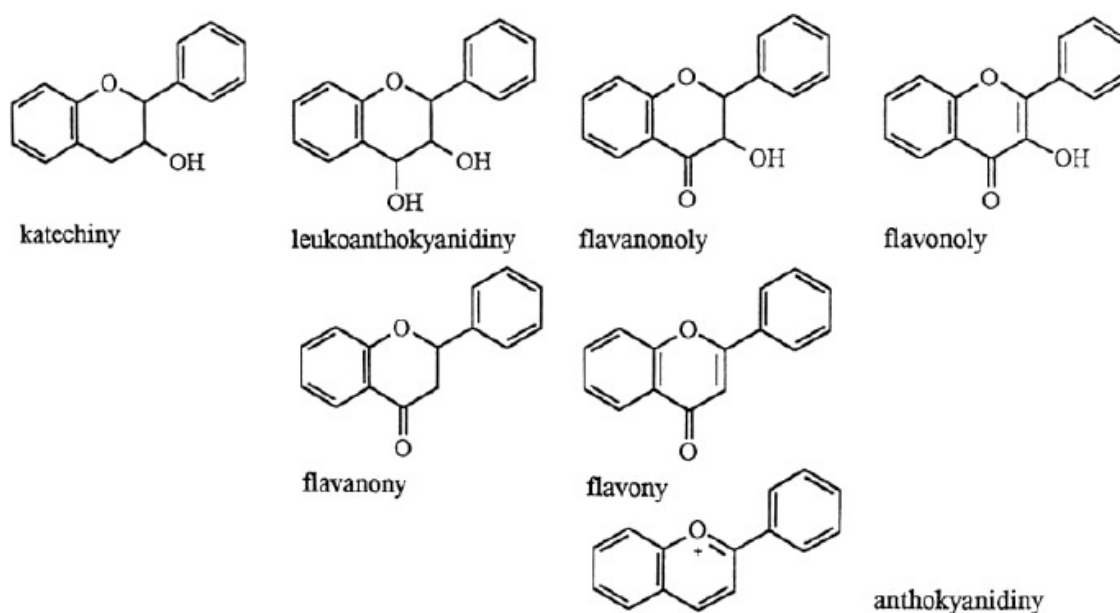
Fenolové kyseliny (benzoová, skořicová a jejich deriváty) jsou běžnou součástí všech rostlinných materiálů. Vykazují účinky primárních antioxidantů.

Nejjednodušší aromatickou kyselinou je benzoová kyselina, která je v rostlinných materiálech poměrně rozšířená. Aktivnějšími antioxidanty jsou obecně skořicové kyseliny. Skořicové kyseliny jsou v rostlinných pletivech přítomny jako volné látky, ale ve větším množství se vyskytují jako estery, amidy nebo glykosidy. Od skořicové kyseliny jsou oxidací odvozeny 4-kumarová (také p-kumarová) a kávová kyselina.

Obsah hlavních fenolových kyselin různých druhů ovoce se kvalitativně liší a kvantitativně značně mění v průběhu růstu a zrání plodů. Ve vinných moštích a vínech jsou přítomny estery některých fenolových kyselin s L-vinnou kyselinou. [3]

## 2.2 Flavonoidy

Flavonoidní látky neboli flavonoidy jsou velice rozsáhlou skupinou rostlinných fenolů obsahujících v molekule dva benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem. Množství všech flavonoidních látek se dnes odhaduje na 5000 a stále se v různých zdrojích nacházejí nové sloučeniny. Podle stupně oxidace C<sub>3</sub> řetězce a jeho substituce se rozeznávají základní struktury flavonoidů: katechiny, leukoanthokyanidiny, flavanony, flavanonoly, flavony, flavonoly, anthokyanidiny. Základní struktura těchto flavonoidních látek je zobrazena v obrázku 2.



**Obrázek 2** Obecná struktura hlavních flavonoidních látek

Flavonoidní látky jsou primárními antioxidanty. Důležitý pro antioxidační aktivitu flavonoidů je počet hydroxylových skupin v molekule a jejich poloha. [3] Hroznové víno má těchto antioxidačních látek značné množství. Prospívají srdci a mají schopnost předcházet tvorbě krevních sraženin. Tyto látky zabraňují „škodlivému“ LDL cholesterolu v usazování ve stěnách tepen. [17] Flavonoidy jsou především obsaženy ve slupkách hroznového vína. Vzhledem k rozdílné výrobě červeného a bílého vína je zřejmé, že větší obsah flavonoidů je ve víně z modrých hroznů, jejichž slupky jsou součástí kvasícího rmutu [18]

### 2.2.1 Anthokyany

Anthokyany, též nazývané anthokyaniny, jsou nejrozšířenější a početně velice rozsáhlou skupinou rostlinných barviv. Dosud bylo v přírodních zdrojích identifikováno asi 300 různých anthokyanů. Anthokyany jsou glykosidy různých aglykonů, které se nazývají anthokyanidiny. Uvádí se, že v přírodě existuje celkem 17 různých anthokyanidinů.

Obsah anthokyanů v červených hroznech révy vinné (*Vitis vinifera*) je velmi proměnlivý a liší se podle druhu, odrůdy a v závislosti řadě dalších podmínek. V červených odrůdách se vyskytují např. malvidin, kyanidin, pelargonidin, peonidin a další. Nositeli červené barvy mladých vín jsou zásadně stejné pigmenty, které se vyskytují v hroznech, z nichž se extrahovaly při fermentaci. Během zrání a staření vín však dochází k významnějším změnám barvy. Klesá množství původních anthokyanů, ale vznikají specifické tmavší a stabilnější červené pigmenty méně citlivé na změny pH prostředí nebo na odbarvení SO<sub>2</sub>. Zralá vína jsou proto tmavší než vína mladá. Reakce související se změnou barvy vín při zrání se řadí k reakcím enzymového hnědnutí. Dalšími reakcemi se u starých červených vín mohou postupně tvořit až hnědočervené vysokomolekulární nerozpustné kondenzační produkty, které tvoří sedimenty nazývané flobafeny. [3]

### 2.2.2 Flavanony a flavanonoly

Bezbarvé až světle žluté flavanony jsou v potravinách rozšířeny poměrně málo a jako barviva nemají téměř žádný význam. Ve vyšších koncentracích se nacházejí pouze v citrusovém ovoci. V citrusových plodech jsou glykosidy flavanonů lokalizovány především v albedu (u pomerančů ze 75-80 %, u grapefruitů až z 90 %). Nejvýznamnějšími aglykony jsou flavanony hesperetin a naringenin. Hesperetin je hlavní součástí glykosidů pomerančů a citronů a jeho obsah ve šťávě je asi 1 g.l<sup>-1</sup>. V grapefruitech je hlavní složkou glykosidů naringenin.

Flavanonoly ani jejich glykosidy nejsou příliš významné, neboť se v potravinářských materiálech nenacházejí ve vyšších koncentracích. Příkladem je taxifolin (dihydrokvercetin), který se ve větším množství vyskytuje v oříšcích podzemnice olejné a také jako složka pylů rostlin.

### 2.2.3 Flavony a flavonoly

Flavony jsou spolu s flavonoly nejrozšířenějšími žlutými pigmenty rostlin. Častými flavony jsou především agigenin a luteolin. Méně často se vyskytuje tricetin a další flavo-

ny. Zvláštní samostatnou skupinou asi 60 pigmentů odvozených od flavonů jsou biflavonoidy (dimery apigeninu), potravinářský význam však nemají. [3]

Flavony jsou silné rostlinné estrogény, které poukazují na svou antikarcinogenní aktivitu. Jsou jen zřídka obsaženy v ovoci a zelenině, ale mnohem více se vyskytují v petrželi, celeru, pšenici a chmelu. [19]

Flavonoly jsou společně s flavony důležitými žlutými barvivými. [3] V hroznech jsou přítomny tři důležité flavonoly – kvercetin, myricetin a kemferol. Molekuly těchto sloučenin se nacházejí v glykosidické formě. Téměř univerzálními flavonoly jsou kemferol, kvercetin a myricetin, které se vyskytují hlavně jako glykosidy a jako kopigmenty doprovázející anthokyany. [3]

#### 2.2.4 Flavanoly

Mezi flavanoly řadíme katechiny (flavanoly) a leukoanthokyanidiny (flavandioly), které jsou bezbarvé sloučeniny. V reakcích enzymového hnědnutí z nich vznikají hnědé pigmenty, které jsou barvivými řady potravin [3]. Flavanoly se nacházejí v hroznech a ve víně jako monomery, oligomery a polymery a jsou také označovány jako kondenzované tanniny nebo proanthokyanidiny.

Katechiny jsou monomerní jednotky kondenzovaných taninů, které ale postrádají vlastnosti tříslovin a jsou bezbarvé. Množství katechinů v ovoci se běžně pohybuje v jednotkách až stovkách  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . [3] Ve velkém množství obsahuje katechiny zelený čaj, dále hrozny a z nich vyrobené červené víno. [31] V červeném víně je kromě katechinu, také epikatechin a epigallokatechin. [3]

#### 2.2.5 Isoflavonoidy

Isoflavonoidy patří mezi rostlinné fytoalexiny, vyskytující se v široké škále rostlin, zejména v rostlinách čeledi bobovitých. Jejich schopnosti se projevují snížením rizika osteoporózy, kardiovaskulárních chorob a některých nádorových onemocnění. Nejvýznamnějšími zástupci jsou genistein a daidzein. [43]

## 2.3 Tanniny

Primární příčinou trpké nebo svíravé chuti jsou interakce proteinů slin s některými polymerními fenolovými sloučeninami přítomnými v potravinách rostlinného původu. Fenolové sloučeniny interagující s proteiny se souhrnně nazývají třísloviny nebo také tanniny.

Třísloviny se dělí na dvě velké skupiny látek, na:

- a) hydrolyzovatelné třísloviny
- b) kondenzované třísloviny tzv. flavolany

Hydrolyzovatelné tanniny jsou polymery esterů kyseliny gallové. Vyskytují se však také prakticky libovolné kombinace kondenzovaných a hydrolyzovatelných tříslovin, které se nazývají komplexními tříslovinami. V červených vínech je jejich obsah (včetně katechinů) zhruba 80-270 mg.l<sup>-1</sup>, v bílých vínech jich bývá mnohem méně, přibližně 4-13 mg.l<sup>-1</sup>. [3]

## 2.4 Lignany

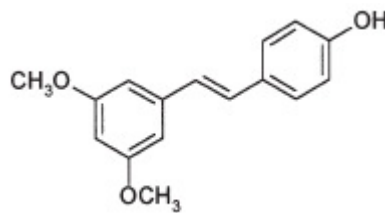
Lignany jsou poměrně rozsáhlou skupinou sekundárních metabolitů cévnatých rostlin se zajímavými fyziologickými účinky. Byly nalezeny prakticky ve všech částech rostlin, typická je jejich přítomnost ve dřevě a kůře stromů a v pryskyřicích. Lignany byly také nalezeny v krvi a moči savců, včetně člověka. Jedná se především o dva lignany enterolakton a enterodiol. V současnosti je známo více jak 200 lignanů nacházejících se ve více než 70 čeledích rostlin. Pravděpodobně působí preventivně proti vzniku některých nádorových onemocnění. [21]

## 2.5 Stilbeny

Stilbeny jsou skupinou substituovaných sekundárních metabolitů rostlin se strukturou C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>. Představitelem stilbenů s antimikrobiálními a antioxidačními účinky je *trans*-resveratrol, fungicidní látka produkovaná poměrně omezeným počtem rostlinných druhů jako reakce na biotický a abiotický stres. Resveratrol je prekurzorem dimerního derivátu  $\alpha$ -viniferinu a trimerního  $\alpha$ -viniferinu, které vykazují dokonce vyšší fungicidní účinky než

resveratrol [3]. V poslední době se oceňují zejména kardioprotektivní a antikarcinogenní účinky resveratrolu.

Dalším zástupcem stilbenů je pterostilben. Je několikanásobně účinnější než resveratrol. Obsah pterostilbenu ve vínu je však asi 5krát nižší než resveratrolu. Tento derivát resveratrolu, se nachází např. v borůvkách či v bobulích hroznů. Má antioxidační vlastnosti tak jako resveratrol a napomáhá snižovat hladinu cholesterolu a glukózy v krvi.



**Obrázek 3 Chemická struktura pterostilbenu**

Na rozdíl od resveratrolu se pterostilben v těle pomaleji metabolizuje, a tím se prodlužuje jeho doba působení v organismu. Výzkum naznačuje, že by se mohl stát novým výživovým doplňkem, možnou alternativou resveratrolu. [36]

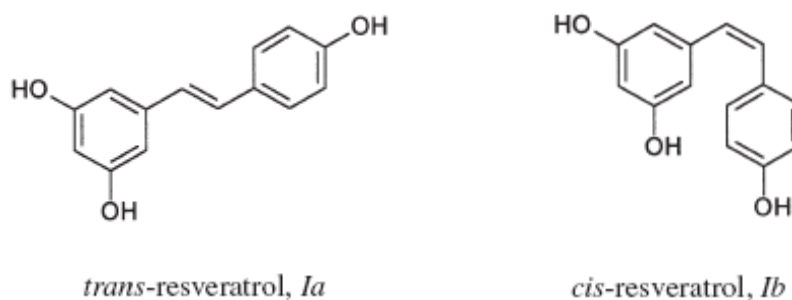
### 3 RESVERATROL

Resveratrol je v současnosti jedna z nejintenzivněji studovaných látek ve světě. Důvodem jsou zejména jeho biologické účinky, jež byly prokázány nejprve u kvasinek, škrkavek, ovocných mušek a následně i u ryb. Účinky na lidský organismus se studují již od 80. let dvacátého století.

Resveratrol byl poprvé izolován v roce 1940 z kořene Kýchavice velkokvěté (*Vera-trum grandiflorum*) a postupně prokázán u více než 72 rostlin. Největším zdrojem resveratrolu jsou slupky hroznů, které ho obsahují 50-100 mg.kg<sup>-1</sup>. [5] Lze tvrdit, že resveratrol jako antioxidant se podílí na fyziologických, biochemických či buněčných pochodech, které inaktivují volné radikály nebo brání chemických reakcím vyprovokovaným volnými radikály. [12]

#### 3.1 Chemická struktura a vlastnosti

Resveratrol (triviální název) je svou strukturou 3,5,4'-trihydroxystilben. Z jeho struktury (obrázek 4) je zřejmé, že mohou existovat dva geometrické isomery, *trans*- Ia a *cis*- Ib.



Obrázek 4 Isomery resveratrolu

Resveratrol je bílý prášek s mírným žlutavým nádechem, který velmi lehce podléhá oxidaci. Je rozpustný v tuku a podstatně lépe rozpustný v alkoholu (0,05 g.l<sup>-1</sup>) než ve vodě. Na světle a za přítomnosti kyslíku se rychle rozkládá.

### 3.2 Výskyt v přírodě

V rostlinném materiálu se obvykle vyskytuje směs obou isomerů, většinou převažuje *trans*-isomer. [23] Resveratrol syntetizují některé luštěniny jako např. podzemnice olejná (*Arachis apogea*), réva vinná (*Vitis vinifera*) a některé další rostliny.

Resveratrol je ve vinných hroznech přítomen především ve slupkách bobulí červených odrůd révy, odkud přechází do vína v množství asi 1-5 mg.l<sup>-1</sup>. Střední koncentrace resveratrolu v červených vínech je cca 2-6 mg.l<sup>-1</sup>, v bílých vínech je jeho koncentrace nižší, cca 0,2-0,8 mg.l<sup>-1</sup>. [3] Jeho množství se zvyšuje např. při výskytu houbových chorob (*Botrytis cinerea*), za chladného počasí nebo působením ultrafialového záření. [24]

**Tabulka 3 Koncentrace resveratrolu v běžných druzích zeleniny a ovoce**

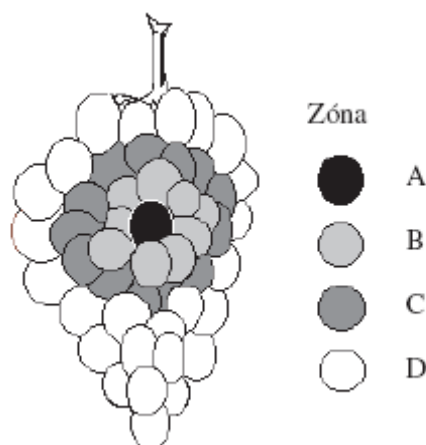
Rostlina	Resveratrol (mg.g <sub>suš</sub> <sup>-1</sup> )		
	<i>trans</i> -	<i>cis</i> -	celkem
Zelí červené	0,0150	0,0160	0,0310
Zelí bílé	0,0080	0,0070	0,0150
Petržel naťová	0,0050	0,0190	0,0240
Mrkev karotka	0,0040	0,0100	0,0140
Červená řepa	0,0080	0,0220	0,0300
Česnek	0,0020	0,0290	0,0310
Cibule žlutá	0,0170	0,0090	0,0260
Podzemnice olejná (burské oříšky)	0,0020	0,0940	0,0960
Čajovník čínský (zelený čaj)	0,0010	0,0940	0,0950
Ostružiník	0,0008	stopy	0,0008
Černý rybíz	0,0150	0,0009	0,0159
Červený rybíz	0,0012	stopy	0,0012

### 3.3 Funkce v rostlině

Resveratrol lze zařadit mezi fytoalexiny, což jsou sekundární metabolity rostlin, které se začínou tvořit *de novo* nebo ve zvýšené míře jako odpověď na stres (mechanické poškození, UV záření, ozon) nebo po napadení rostliny nepatogenními nebo avirulentními bakteriemi, viry či houbami. Fyziologická funkce resveratrolu v rostlinách však není stále zcela



jasná. Při napadení hroznu révy vinné plísní *Botrytis cinerea* lze pozorovat, jak rostlina vytváří resveratrolovou bariéru okolo napadeného místa.



**Obrázek 5 Hrozen révy vinné napadený plísní *Botrytis cinerea***

V místě napadení (zóna A) je koncentrace resveratrolu nízká. Maximální koncentrace resveratrolu (cca 4x vyšší než v napadeném místě) je v zóně B, se zvyšující se vzdáleností od centra napadení pak koncentrace zvolna klesá. Podobná bariéra se rovněž vytváří kolem napadeného místa listu révy vinné.

**Tabulka 4 Koncentrace resveratrolu ve slupkách hroznů  
48 h po napadení plísní *Botrytis cinerea***

Zóna (Obr. 5)	<i>Trans</i> -resveratrol [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]		
	Pinot	Chardonnay	Gamay
A	6	2	6
B	28	6	16
C	22	4	9
D	20	2	9

Maximální koncentrace *trans*-resveratrolu je dosaženo po 24-96 h od expozice, poté jeho koncentrace klesá a přibližně po 16 dnech se ustálí na původním stavu. [23]

### 3.4 Francouzský paradox

Dne 17. listopadu 1991 na televizním programu CBS zazněly informace o tom, že důvodem nižšího výskytu ischemické choroby srdeční u Francouzů je pití červeného vína.

Ve vysílání zaznělo, že za tento poznatek, je zodpovědná konzumace červeného vína, a tato skutečnost vešla ve známost jako „francouzský paradox. [12]

Pod tímto pojmem se skrývá překvapivé zjištění irského lékaře Samuela Blacka z roku 1819, že lidé žijící ve Francii umírají na akutní srdeční příhodu 3,5krát méně často nežli lidé ze severněji položených států Evropy jako Velká Británie či Německo, přestože strava jižních národů zahrnuje podstatně více másla, tučného masa i tučných sýrů. Vysvětlení spočívá ve zvýšené spotřebě vína, zejména červeného, a zároveň vyšší spotřebě zeleniny, česneku a vinného octa. Je nesporné, že současně s příznivými účinky vína spolupůsobí i životospráva a stravovací návyky obyvatel ve sledovaných geografických oblastech. Uvádí se hlavně větší konzumace zeleniny a olivového oleje ve středomořských oblastech Evropy, kde je nejnižší výskyt úmrtí na kardiovaskulární choroby.

Světová potravinářská a zemědělská organizace (FAO) uveřejnila zajímavé statistiky roku 2002. Průměrný Francouz zkonsumuje denně 108 gramů živočišných tuků, zatímco průměrný Američan zkonsumuje pouze 72 gramy. Francouzi konzumují čtyřikrát více másla, o 60 % více sýrů a téměř třikrát více vepřového masa. Ačkoli Francouzi konzumují celkově jen o trochu více tuku (171 g/den oproti 157g/den), jejich strava jim dodává mnohem více nasycených tuků. Britská Heart Foundation uvádí, že v roce 1999 zemřelo z důvodů akutních srdečních příhod mezi muži ve věku 35 až 74 let ve Spojených státech 230 mužů na 100 000 osob, zatímco ve Francii jen 83 muži na 100 000 osob. [25]

### 3.5 Laboratorní studie

Již v roce 1981 molekulární biolog Leonard Guarente zkoumal kvasinky a dospěl k překvapivému závěru. Kvasinky ve stresujícím prostředí ochuzeném o glukózu, která jim byla živinou, žily až o padesát procent déle než kvasinky, které měly k dispozici normální množství živin a navíc byly sterilní. Přišel na to, že v buňkách kvasinek kóduje gen SIR4 bílkovinu regulující SIR2, který je dnes známý pro svou schopnost řídit délku života. V roce 1995 se seznámil s Davidem Sinclairem a společně začali zkoumat délku života

kvasinek. Přišli na to, že když k buňkám kvasinek přidají více kopií SIR2, tvorba prstenců DNA se zvolní a kvasinkám se prodlouží život o třicet procent.

Následně se snažili aplikovat výsledky u savců, kteří mají obdobný gen SIRT1. Otázkou bylo, co spouští geny pro sirtuiny, aby mohly vykonávat svoji funkci při stabilizaci DNA? Během výzkumu přišli na devatenáct látek, které stimulují aktivitu SIRT1, přičemž všechny se nacházejí v hroznech červeného vína a dalších rostlinách. Všechny kromě dvou patří mezi polyfenoly. Sinclair ve spolupráci s ředitelem oddělení molekulární biologie Konradem Howitzem zjistili, že resveratrol skutečně prodlužuje průměrnou délku života kvasinek přímou stimulací aktivity SIR2. [12]

### 3.6 Biologické účinky

Látky z rostlin využívá lidstvo v léčbě a prevenci odněpaměti. Přípravky obsahující resveratrol byly využívány odedávna v japonské lidové medicíně (Kojikon) k léčbě opáření a spálenin, zánětlivých onemocnění (plísňových, bakteriálních), k léčbě aterosklerózy, poruch metabolismu tuků a pro celou řadu dalších terapeutických účelů. [13] Mechanismus účinku resveratrolu spočívá v aktivaci sirtuinů, enzymů, které jsou zodpovědné za ochranu organismu před poškozením DNA. Propojují stárnutí s metabolismem (nejen DNA) tzn. se stravou. [26]

#### 3.6.1 Antioxidační efekt

Dnešní člověk konzumuje stravu bohatou na tuky živočišné i rostlinné, a to převážně ve formě ztužených (hydrogenovaných) neboli tzv. trans-mastných kyselin. Tyto se nacházejí zejména ve smažených bramborových lupíncích, hranolcích, masných a uzených výrobcích a v řadě dalších.

Tuky po zpracování v játrech přecházejí do krve ve formě cholesterolu a triglyceridů. Rozlišujeme dva hlavní typy cholesterolu:

- LDL-cholesterol v lipoproteinu o nízké hustotě tzv. „škodlivý cholesterol“
- HDL-cholesterol v lipoproteinu o vysoké hustotě neboli „zdravý cholesterol“

Jestliže začne převažovat hladina LDL-cholesterolu, v endotelu (vrstva buněk vystylající vnitřní povrch krevních i lymfatických cév a srdce) se začnou tvořit trhlinky, z nichž se uvolňují volné radikály, které oxidují nebo rozkládají tento cholesterol. Přidáme-

li k molekule LDL-cholesterolu kyslík, vzniká tuková látka poškozující membrány okolních buněk, především buňky endotelu. Rozklad tuků tvořících membrány se nazývá peroxidace. Proti tomuto nežádoucímu efektu působí antioxidanty. Ty brání tomu, aby volné radikály ochuzovaly membrány normálních buněk o elektrony, a tím zamezují jakýmkoli škodlivým účinkům.

### 3.6.2 Protizánětlivé účinky

Nahromaděný zoxidovaný LDL-cholesterol a tuky přitahují makrofágy (patří mezi bílé krvinky). Ty pohlcují cholesterol, čímž se ho snaží odstranit. Krvinky naplněné tukem, tzn. „pěnovité buňky“, vyvolávají značnou zánětlivou reakci. V místě poranění dochází k usazování vápníku a vzniká materiál napodobující kostní tkáň, proto mluvíme o tvrdnutí tepen neboli ateroskleróze. Pro rozpoznání zánětu slouží nukleární faktor NF-kappa B, který rozpoznává infekční zárodky, volné radikály a jiný škodlivý materiál. Poté nastartuje tvorbu chemických látek, které vyvolávají a udržují normální obranný zánětlivý stav.

Četné laboratorní studie nasvědčují tomu, že silný protizánětlivý účinek resveratrolu, kvercetinu a dalších je zajištěn podobným mechanismem přes NF-kappa B.

### 3.6.3 Srážlivost krve

Při poškození aterosklerotického plátu se obnaží poškozené buňky a organismus to vnímá jako poranění, kolem něhož se okamžitě začnou hromadit krevní destičky, aby zraněné místo zacelily krevní sraženinou. Tímto může dojít k akutnímu srdečnímu infarktu. Význam resveratrolu spočívá v omezení shlukování destiček a ucpávání koronárních tepen.

### 3.6.4 Protirakovinný efekt

Chemoprotektivní aktivita resveratrolu v počátečním stadiu neutralizuje svým anti-oxidačním působením volné radikály, ve stadiu promoce (2. stadium rakoviny) se uplatňují jeho protizánětlivé účinky a poté potlačuje tvorbu nových krevních cév zásobujících nádor. Resveratrol inhiboval růst nádorů v modelech živočišných a lidských buněk, a to např. nádory dutiny ústní, slinivky břišní, žaludku, tlustého střeva, jater, plic, melanomu či dokonce leukemie.

### 3.7 Vstřebávání a dávkování resveratrolu

Polyfenoly, zejména resveratrol a kvercetin, se vážou na síru a cukry, takže v krvi se vyskytuje velmi málo „volného“ resveratrolu. Resveratrol navázaný na síru a cukry přetrvává v krvi poměrně dlouhou dobu – až 18,5 h po jediné dávce. Kvercetin v játrech potlačuje vazbu síry na resveratrol, čímž zvyšuje jeho množství v krvi. Polyfenoly ze stresovaných rostlin, jež se běžně nacházejí v modré révě vinné, nejenže jsou samy o sobě bioaktivní, ale působí v pozitivním smyslu synergicky. Optimálního vstřebávání a léčivých účinků resveratrolu se zřejmě nejlépe dosahuje tehdy, je-li užíván společně s kvercetinem. Vhodné studie zatím stále chybí. V harvardské studii se množství podávané myším rovná dávce 150-200 mg podávané člověku. Podle vědců z University ve Wisconsinu je dávka ekvivalentní pro člověka přibližně 50–55 mg. Nejvyšší dávky u člověka se zkoušejí experimentálně.

### 3.8 Doplnky stravy s resveratolem

V současné době je nabídka doplňků stravy s resveratolem tvořena rozmanitými přípravky od nejrůznějších výrobců distribuovanými na trh všemožnými způsoby. Výrobci a distributoři však jen velmi zřídka uvádějí fakta, která by potvrdzovala např. prohlášení o čistotě, výrobních postupech, zdrojích a zdravotních účincích. Účinnost či obsah resveratrolu je v těchto výrobcích potom bez záruky. Na balení doplňků stravy s resveratolem obvykle nebývá uváděna čistota nebo obsah resveratrolu v procentech. Zákazník tedy často stejně jako u mnohých jiných doplňků stravy platí za neúčinné plnidlo s nízkou koncentrací účinné látky.

Optimální přípravek obsahující resveratrol by měl odpovídat následujících charakteristikám:

- vyrobený v bezkyslíkovém prostředí
- uchovávaný ve vzduchotěsných lahvičkách a nádobkách
- obsahuje *trans*-resveratrol, nikoli *cis*-resveratrol
- odbornými testy prokázána schopnost aktivace sirtuinů
- pochází od výrobce splňujícího podmínky GMP
- neobsahuje plniva či přísady – cukr, škrob, gluten a umělá barviva či příchut'

### 3.8.1 Výroba a testování doplňků stravy s resveratrolem

Dvěma hlavními zdroji používanými pro výrobu doplňků stravy jsou slupky plodů rostliny Rdesno kopinaté (*Polygonum cuspidatum*) a slupky hroznů modré révy vinné, z jejichž koncentrované polyfenolové směsi se připravuje nápoj nebo prášek. Výrobce nebo distributor často označuje doplňky stravy termínem směs, aby se vyhnul nutnosti udávat příslušná množství složek ve směsi. Resveratrol může tedy tvořit nejmenší podíl.

Některé přípravky s resveratrolem obsahují emodin, což je přírodní pryskyřice patřící do skupiny antrachinonů. Má antivirové, protizánětlivé a protirakovinné účinky, avšak působí i jako přírodní projímadlo.

Úřad pro potraviny a léky (v České republice je to Státní zemědělský ústav a Státní zemědělská inspekce) schvaluje informace podávané o doplňcích stravy výrobcem či distributorem, povoluje tvrzení, že resveratrol a většina dalších látek z rostlin působí jako silné antioxidanty. [12]

### 3.8.2 Doplňky stravy s resveratrolem

Příkladem doplňku stravy, který obsahuje přírodní látku resveratrol je Evelor. Podle výrobce pomáhá zpomalovat stárnutí organismu a prodlužovat aktivní život. Dle informace na etiketě je DDD 50 mg, což odpovídá jedné tobolce Eveloru.

#### **Doplňek stravy Evelor díky svým účinným látkám:**

- podporuje správnou funkci srdečního svalu a cévního systému
- podporuje důležité metabolické procesy
- pomáhá ke správné funkci nervového systému
- podporuje přirozenou obranyschopnost organismu
- pomáhá omezit proces degenerace a stárnutí buněk

Na trhu přibývají téměř každým dnem noví výrobci a distributoři doplňků stravy s resveratrolem. Tabulka 5 uvádí porovnání jen velmi stručný přehled těchto výrobků.

**Tabulka 5 Výběr doplňků stravy s resveratrolem dostupných na trhu**

Distributor	Název přípravku	Množství resveratrolu (mg/tobolku)
Arkopharma	French Paradox	1
Biovitia	Resveratrol Bioforte	250
Douglas Laboratories	Resvera-Gold	2,5
Duplin Vineyards	NutraGrape	0,01
Invite Health	Resveratrol HX	100
Medochemie	Evelor	50
New Chapter	Zyflamend	6,4
Solaray	Resveratrol	15

### 3.8.3 Kombinace resveratrolu s L-karnitinem

L-Karnitin, dříve nazývaný vitamin B<sub>12</sub>, je syntetizován (z lysinu a methioninu) mnoha organismy, počínaje bakteriemi a konče člověkem. L-Karnitin se vyskytuje téměř ve všech organismech, v nejvyšším množství je přítomen ve svalech živočichů. Uplatňuje se v metabolismu lipidů (tuků), neboť slouží jako nosič zbytků mastných kyselin vnitřní membránou mitochondrií. Stimulace energetického metabolismu mastných kyselin karnitinem se využívá při redukci hmotnosti a rovněž u sportovní výživy. [3] Bylo prokázáno, že některé nutriční látky jako L-karnitin hrají roli v zachování kardiovaskulárního zdraví. L-karnitin je klíčovou živinou pro srdeční tkáň. V podmínkách se sníženým obsahem kyslíku, vzrůstá délka řetězce acylových derivátů, které poškozují buňku a membrány mitochondrií a inhibují produkci energie. L-karnitin je jedinou látkou, která ničí dlouhý řetězec těchto derivátů, tudíž obnovuje energetický metabolismus a dokonce udržuje strukturu buňky, i když je množství kyslíku, které zásobuje srdce, sníženo.

Společnost Sigma-tau healthScience, světový vůdce ve výzkumu, výrobě a prodeji karnitinu, zkombinoval L-karnitin s resveratrolem a vytvořil tak unikátní a patentovanou látku určenou pro zdraví srdce.

## 4 OBSAH RESVERATROLU V BÍLÝCH A ČERVENÝCH VÍNECH

Červená vína z oblastí jižní Evropy a ze zámoří mají podstatně nižší obsah resveratrolu, než naše červená vína. V našich půdně-klimatických podmínkách musí vinná réva více odolávat životním stresům, a tak produkuje větší množství obranných látek. Podle prací K. Melzocha, I. Hanzlíkové a dalších mají nejvíce resveratrolu červená vína z Roudnicka, Hodonínska či z Dubňan. V mikulovské vinařské podoblasti se vyšším obsahem resveratrolu vyznačují hlavně mladá vína z Rulandského modrého, Laurotu a Rubinetu. [5]

### 4.1 Rozdíly v účincích bílého a červeného vína

Jako reakci na pověst červeného vína a jeho účinky, které přičítají Francouzi tzv. „francouzskému paradoxu“ si položil Prof. Milan Šamánek společně s Doc. Zuzanou Urbanovou otázku, zda doporučování červeného vína opravdu tkví v jeho příznivých účincích na lidský organismus nebo zda mělo jen posloužit odbytu jeho velkého množství produkovaného ve Francii.

Výše uvedení autoři provedli první českou studii porovnáním vlivu bílého a červeného vína českého a moravského původu na vybrané rizikové faktory aterosklerózy jako je hladina HDL-cholesterolu, LDL-cholesterolu, fibrinogenu (ovlivňuje srážení krve) a také krevní tlak. Pokus provedli na 50 mužích průměrného věku 40 let. K testování bylo použito veltlínské víno ze znojemské oblasti, za rok ve stejném časovém období pak použili svatovavřínecké víno se stejným obsahem alkoholu, ale o něco vyšším obsahem veškerého cukru. Pokus probíhal po dobu čtyř týdnů. Testované osoby pily 375 ml vína denně kolem večere. Z výsledků jejich studie jednoznačně vyplývá, že každodenní střídmé pití bílého moravského vína, konkrétně ze znojemských lokalit, má jednoznačně příznivý vliv na rizikové faktory aterosklerózy, a tím na výskyt i úmrtnost na srdeční infarkt, mozkové mrtvice, průběh hypertenze a na výskyt a množství i průběh dalších cévních. Dále také uvádějí, že je zdravější pít moravské bílé, než červené víno, a to nejen z jižní Moravy, ale z celé republiky.

Jedním z příznivých faktorů by mohl být pravděpodobně i resveratrol. Prokázal, že je schopen ve vysoké dávce nejen snížit počet kardiovaskulárních onemocnění, ale také zabránit vzniku rakoviny. [5]



## 4.2 „Moravský paradox“

V návaznosti na průkopnickou Šamánkovu práci vypracoval Doc. Tábořský a kolektiv studii *In Vino Veritas*, která zkoumá vliv mírné konzumace vína u mužů a žen s nízkým a středním rizikem kardiovaskulárních onemocnění na lipidový metabolismus a parametry oxidativního stresu. 120 jedinců bude po dobu 12 měsíců konzumovat moravské červené a bílé víno z Pálavské oblasti, jednoho ročníku a producenta v dávce 2-3 dcl 5krát týdně dle váhy a pohlaví. Rozdílem mezi bílým a červeným vínem je 10 krát vyšší obsah resveratrolu. Výsledky studie budou publikovány v roce 2014. [42]

## 4.3 Stanovení resveratrolu ve víně metodou HPLC

Komplexnější poznatky o resveratrolu byly získány v osmdesátých letech minulého století, kdy přístrojové vybavení (zejména HPLC) umožnilo sledování jeho výskytu a koncentrace v révě vinné. [23]

Kapalinová chromatografie umožňuje dělení všech organických méně těkavých kapalných i tuhých látek, které jsou rozpustné v běžných organických kyselinách. Zahrnuje všechny chromatografické způsoby separace, kdy je mobilní fáze kapalná. [44] Jedná se o separační proces, při kterém se látky rozdělují mezi dvě nemísitelné fáze, jednu pohyblivou (mobilní) a druhou nepohyblivou (stacionární), na základě chemických interakcí. Složky směsi látky, přítomné v mobilní fázi, se pohybují podél stacionární fáze různou rychlostí, protože jsou interakcí se stacionární fází více či méně zpomalovány v závislosti na hodnotách distribučních konstant (rovnovážných konstant příslušné interakce). Látky, které interagují silněji se stacionární fází, se pohybují pomaleji, než látky, jejichž interakce jsou slabší. Pokud je dráha, kterou směs látek urazí podél stacionární fáze, dostatečně dlouhá a distribuční konstanty dostatečně rozdílné, rozdělí se směs látek na zóny jednotlivých složek. Výsledek se zaznamená ve tvaru eluční křivky v chromatogramu. Doba, po kterou látka stráví v koloně, se nazývá retenční (eluční) čas.

HPLC je separační metoda, která slouží k rychlé separaci především nízkomolekulárních látek. Z hlediska uspořádání se HPLC nejčastěji dělí na normální a reverzní fázi. Pro stanovení sekundárních metabolitů u rostlin, například fytoalexinů, je nejčastěji používaná reverzní fáze. U reverzní fáze jsou ve stacionární fázi vázány nepolární alifatické zbytky (podle délky se potom označují jako C<sub>8</sub>, C<sub>18</sub>, atd.) a jako mobilní fáze se používají

polární rozpouštědla (methanol, acetonitril, atd.). Tato metoda stanovení *trans*-resveratrolu ve víně je rychlá a citlivá. Spočívá v extrakci pevnou fází následovanou kvantifikací pomocí HPLC. Zlepšení této metody spočívá v odstranění rušivých fenolických sloučenin. Výhodou je také možnost použití malého objemu testovaného vzorku.

#### 4.3.1 Detektory pro kapalinovou chromatografii

K detekci separovaných látek se zpravidla využívá jejich obecných nebo specifických vlastností, jimiž se tyto látky liší od mobilní fáze. Podle toho se také rozlišují univerzální a selektivní detektory, kterými by měl být přístroj vybaven. Nejčastějšími detektory využívanými v kapalinové chromatografii jsou: fotometrický (UV), fluorimetrický, refraktometrický. [44]

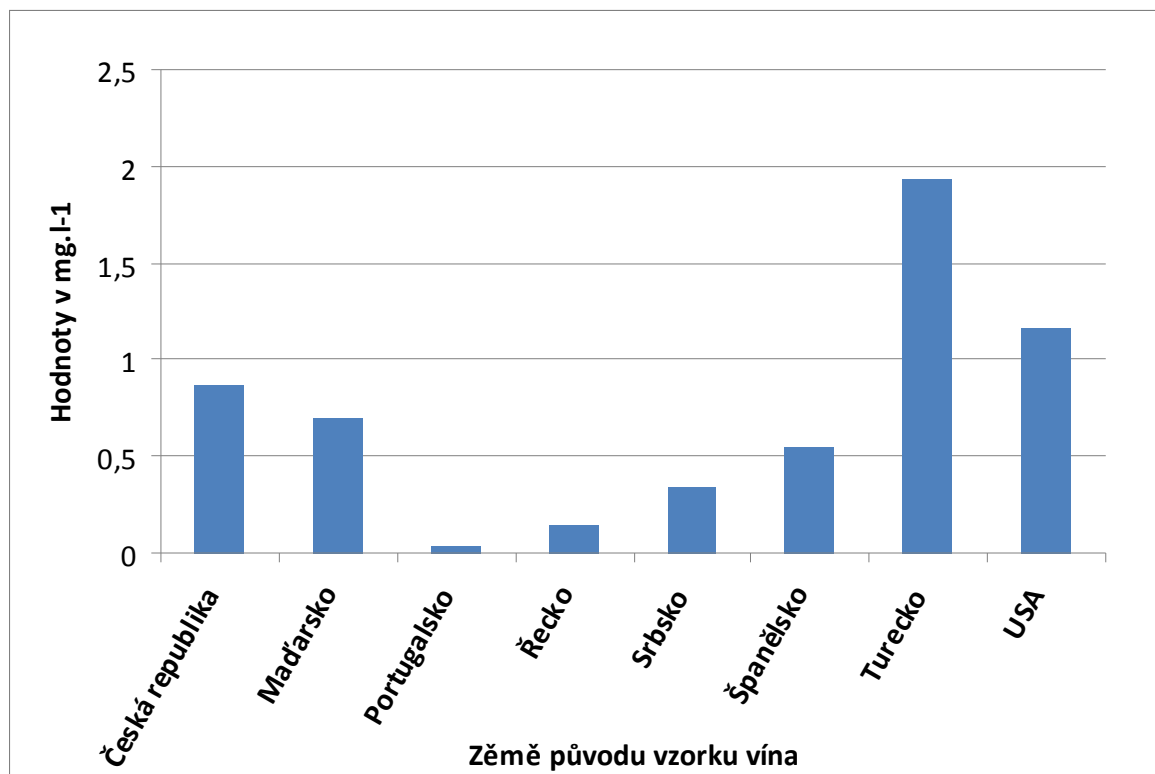
### 4.4 Srovnání obsahu *trans*-resveratrolu v bílých a červených vínech

Z dostupné literatury jsem vytvořila přehled obsahů *trans*-resveratrolu v jednotlivých odrůdách bílých a červených vín (příloha I a II). Pokud bylo v literatuře analyzováno několik vzorků stejné odrůdy, vybrala jsem vždy ten s nejvyšší naměřenou hodnotou. Informativně jsem zde zahrнула i ročník vína. Jelikož jsou červená vína více zkoumány a analyzována na obsah resveratrolu, bylo velmi obtížné najít dostatečné data pro objektivní srovnání bílých a červených vín.

#### 4.4.1 Obsah *trans*-resveratrolu v bílých vínech stanovených pomocí HPLC

Obsah *trans*-resveratrolu v bílých vínech s původem v evropských zemích se pohybuje v rozmezí od 0,034–0,875 mg.l<sup>-1</sup>. Nejvyšší hodnoty dosahuje Česká republika, Maďarsko a Španělsko.

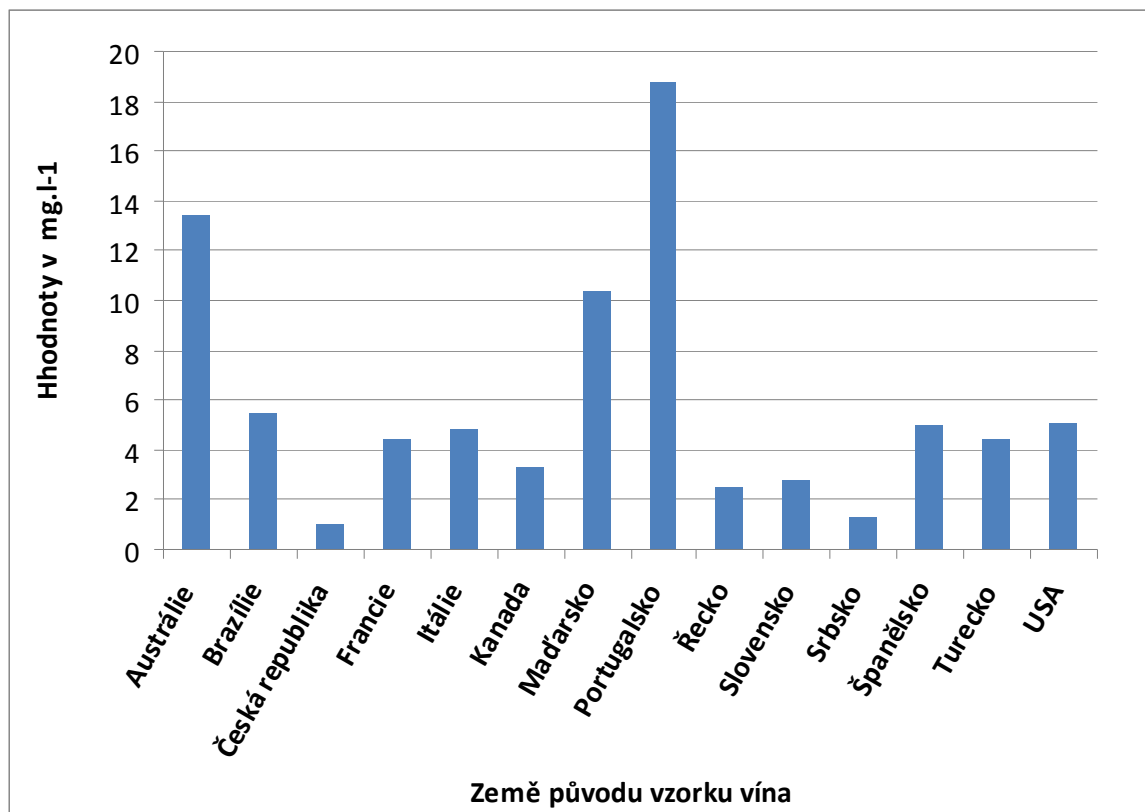
Zajímavý je rozdíl mezi víny španělskými a portugalskými. Jsou to sousedící země, které mají téměř stejné klimatické podmínky, tudíž by se dalo předpokládat, že obsah *trans*-resveratrolu bude srovnatelný. Jedním z možných důvodů může být odlišná poloha vinic, rozsah poškození hroznů stresovými faktory či odlišná technologie výroby při zpracování hroznů.

Graf 1 Obsah *trans*-resveratrolu v bílých vínech dle původu

Americká a turecká vína mají mnohem vyšší obsah než vína evropská. Autor [39] uvádí, že vyšší obsah *trans*-resveratrolu může být způsoben napadením hroznů plísní v období sklizně.

#### 4.4.2 Obsah *trans*-resveratrolu v červených vínech stanovených pomocí HPLC

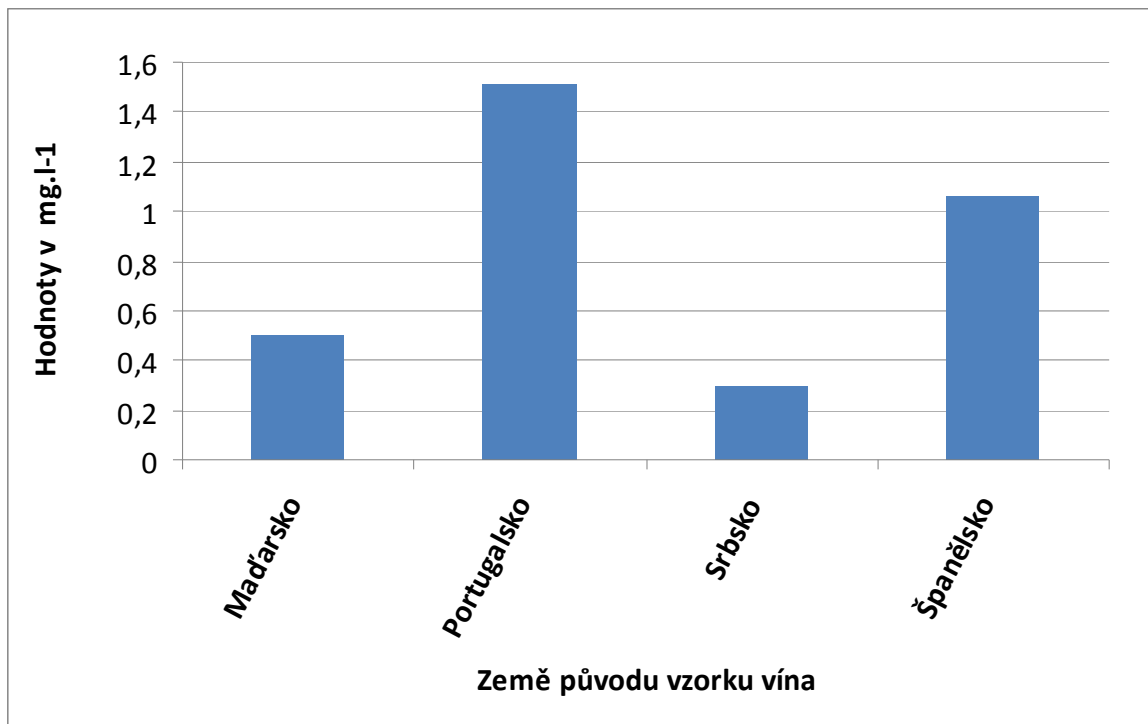
Dle grafu dosahují červená vína až několikanásobně více *trans*-resveratrolu než vína bílá. Důvodem je zřejmě jejich vysoký obsah ve slupkách hroznů, které se při výrobě červeného vína rozemelou a nechají vyluhovat, aby bylo dosaženo požadované barvy vína. Během vyluhování přejde zřejmě největší část resveratrolu do vína.

Graf 2 Obsah *trans*-resveratrolu v červených vínech dle původu

Obsah *trans*-resveratrolu se celkově pohyboval v rozmezí od 1,040–18,825 mg.l<sup>-1</sup>. V tomto srovnání dopadla nejhůře Česká republika. U odrůdy Rulandské modré (Pinot Noir) bylo v roce 2008 naměřeno pouze 1,040 mg.l<sup>-1</sup>, zatímco u portugalské odrůdy Tinta Miúda (národní portugalská odrůda vína) až 18,825 mg.l<sup>-1</sup>.

#### 4.4.3 Růžová vína

Pro zajímavost uvádím i obsah *trans*-resveratrolu v růžových vínech. Z grafu 3 je patrné, že růžová vína sice nedosahují takových hodnot jako vína červená, ale obsah *trans*-resveratrolu je o něco vyšší než v bílých vínech.

Graf 3 Obsah *trans*-resveratrolu v růžových vínech dle původu

## ZÁVĚR

Resveratrol je v současné době díky prokazatelným účinkům na lidské zdraví propagován jako látka prodlužující život. Největší koncentrace se nachází ve slupkách hroznů, a to až  $50\text{-}100\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , proto lze víno doporučit jako jeden z nejlepších zdrojů resveratrolu. V hroznech vzniká jako reakce na vyvolaný stres, jako je např. napadení plísní *Botrytis cinerea*. Okolo napadeného místa se vytvoří bariéra z resveratrolu, která chrání poškozené místo. Jeho množství závisí na rozsahu poškození vinné révy.

Bílá a červená vína vyžadují pro svou výrobu odlišnou technologii zpracování hroznů, což hraje významnou roli při přechodu obsahu resveratrolu do moštu a následně pak do vína. Hrozny bílých odrůd jsou při zpracování rozemlety a ihned se z nich lisuje mošt, zatímco po rozemletí hroznů červených odrůd trvá několik dní, než mošt získá požadovanou barvu a může být dále zpracován. Je pravděpodobné, že tehdy přechází největší část resveratrolu do moštu a následně i do vína, což může být důvodem jeho rozdílného obsahu v bílých a červených vínech.

Při porovnání obsahu resveratrolu podle země původu hrají zřejmě největší roli klimatické podmínky při pěstování révy vinné. To znamená, že nejen vlivem počasí (výkyvy teplot, střídání ročních období, atd.), ale i mírou znečištění ovzduší mohou nastat různé formy stresu, kterým musí réva vinná v průběhu dozrávání hroznů odolávat. Z toho důvodu je velmi obtížné rozpoznat nejvhodnější zdroj resveratrolu dle odrůdy vína a země. Mnoho studií se zabývá porovnáním stejných odrůd z různých zemí světa v naději zjistit, které víno z určité vinařské oblasti by bylo nejvhodnějším zdrojem resveratrolu. Bylo by ale také vhodné zmapovat podmínky pěstování hroznů tzn. stresové faktory ovlivňující vznik resveratrolu a teprve v závislosti na tom zvolit vhodnou formu porovnání obsahu resveratrolu u jednotlivých odrůd vín. Navzdory tomu, že byl vyšší obsah resveratrolu prokázán ve velké většině červených vín, výzkum Prof. Šamánka prokazuje, že pravidelná konzumace malého množství bílého vína má jednoznačně příznivý vliv na rizikové faktory aterosklerózy, na srdeční infarkt, průběh hypertenze a na výskyt a množství dalších cévních onemocnění. Je tedy možné, že primární příčinou příznivého působení pravidelné konzumace malého množství vína nemusí být jen resveratrol, ale i jiné látky, které jsou obsaženy ve víně a mohou mít synergický efekt s resveratrolem.

Díky francouzskému paradoxu se mnoho studií zaměřilo na analýzu červených vín, a tudíž porovnání s bílými víny bylo velmi obtížné. Srovnání bylo zaměřeno na bílá a červená vína obecně, nikoli na srovnání jednotlivých odrůd. Hodnoty resveratrolu se pohybovaly u bílých vín od 0,034-0,875 mg.l<sup>-1</sup>, přičemž nejvyšší z dostupných údajů dosáhla Česká republika. Červená vína dosahovaly hodnot 1,040-18,825 mg.l<sup>-1</sup>. Nejvyšší obsah *trans*-resveratrolu obsahovaly portugalská vína. Obsah resveratrolu v červených vínech v České republice byl 1,040 mg.l<sup>-1</sup>, což je téměř o osmnáckrát méně oproti vínům portugalským.

Je nesporné, že resveratrol jako významný polyfenol ve víně, má pozitivní vliv na lidské zdraví a jeho studium bude i nadále pokračovat. Získáním dalších informací o jeho významu a funkcích ve révě vinné, ale i v dalších rostlinách bude možné ovlivnit výši jeho obsahu, zvýšit produkci a rozšířit tak jeho příznivý účinek. Víno bylo a pravděpodobně i nadále bude považováno za lahodný nápoj, jehož konzumace v menší míře se ukázala jako zdraví prospěšná. Ostatně tomu tak bylo i předtím, než bylo zjištěno, že obsahuje resveratrol.

Možný přínos resveratrolu do budoucnosti plně vystihuje citát Davida Sinclaira na Světovém festivalu vědy v roce 2008:

*„Látky odvozené od resveratrolu by mohly mít stejný dopad jako antibiotika ve dvacátém století. Tato událost je na spadnutí.“*

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KADLEC, P. a kol. Technologie potravin II. VŠCHT Praha, 2008, 236 s.  
ISBN 978-80-7080-510-7
- [2] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. a kol. Co byste měli vědět o výrobě potravin? KEY Publishing s. r. o., 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-060-6
- [3] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. Chemie potravin II. OSSIS, 2009, 623 s.  
ISBN 978-80-86659-16-9
- [4] SALFELLNER, H. Víno a medicína. Vitalis, 1992, 192 s., ISBN 80-901370-0-8
- [5] ŠAMÁNEK, M., URBANOVÁ, Z. Víno na zdraví. Agentura Lucie, 2010, 169 s.  
ISBN 978-80-87138-17-5
- [6] RICHTER, J. Léčení vínem. Eko-konzult, 2010, 168 s., ISBN 978-80-8904-435-1
- [7] MINÁRIK, E., NAVARA, A. Chémia a mikrobiológia vína. Bratislava:  
Príroda, 1986, 560 s.
- [8] STÁVEK, J. Macerace slupek versus barevnost klaretů, růžových a červených vín.  
Vinařský obzor 4, 2006: 178
- [9] PAVLOUŠEK, P. Antokyaniny, taniny a kvalita hroznů pro výrobu červených vín.  
Vinařský obzor 10: 462- 463, 2009.
- [10] STEIDL, R. Sklepní hospodářství. Valtice: Národní salon vín, 2002. 307 s.  
ISBN 80-903201-0-4
- [11] VERMERRIS, W., NICHOLSON, R. Phenolic compound biochemistry.  
Springer, 2006, 276 s., ISBN 978-1420-5163-0
- [12] MAROON, J. Jak resveratrol a červené víno aktivují geny delšího a zdravějšího života. Noxi, 2010, 392 s. ISBN 978-80-8110-031-3



- [13] KOLOUCHOVÁ, I., MELZOCH, K., ŠMIDRKAL, J., FILIP, V. Obsah resveratrolu v zelenině a ovoci. *Chemické listy* 99: 492-495, 2005.
- [14] SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy* 98: 239 – 245, 2004.
- [15] ZÁVODNÁ, M. Chemoprotektivní látky v révovém moštu a ve víně. Diplomová práce. Lednice: Mendelovova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, 48 s.
- [16] JAMISON, J. *Clinical Guide to Nutrition and Dietary Supplements in Disease Management*. 525 S. ISBN 0-443-07193-4
- [17] KALYN, W., MAZZEO, J., TOKARSKI, J., CROLL, D. *Braňte se jídlem. Reader's Digest Výběr*, 2007, 352 s. ISBN 978-80-86880-55-6
- [18] SOLEAS, G.J., DIAMANDIS, E.P., GOLDBURG, D.M. Wine as a Biological Fluid: History, Production, and Role in Disease Prevention. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 1997, s. 287 – 313
- [19] CARA, R. et al. Recent Advances in Anthocyanin Analysis and Characterization. *Current Analytical Chemistry*. 2008, vol. 4, s. 75-101.
- [20] RIBÉREAU-GAYON, P. et.al. *Handbook of Enology. Volume 1: Microbiology of Wine and Vinifications*. England: Chichester, 2000. 223 – 255 s. ISBN 0-471-97362-9
- [21] SLANINA, J. Biologická a farmakologická aktivita lignanů. *Chemické listy* 94, 111 – 116, 2000.
- [22] FREMONT, L. Biological effects of resveratrol. *Life Science* 66: 663 – 673, 2000.
- [23] ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., MELZOCH, K., HANZLÍKOVÁ, I., BUCKIOVÁ, D., KŘÍSA, B. Resveratrol. *Chemické listy* 95: 602 – 609, 2001.
- [24] PAZOUREK, H., HAVEL, J. Je víno zdravé? Resveratrol ano.

Vesmír 80: 372 – 373, 2001.

- [25] KRAUS, V., FOFFOVÁ, Z., VURM, B. Nová encyklopedie českého a moravského vína 2. díl. Praga Mystica, 2008, 311 s., ISBN 978-80-86-767-09-3
- [26] HARMATHA, J. Strukturní bohatství a biologický význam lignanů a jim příbuzných rostlinných fenypropanoidů. Chemické listy 99: 622 – 632, 2005.
- [27] KUMŠTA, M., SOTOLÁŘ, R., BÁBÍKOVÁ, P., BAROŇ, M. Srovnání vybraných rosé vín z pohledu zdraví prospěšných látek obsažených ve víně. Vinařský obzor 6: 272 – 273, 2009.
- [28] FAITOVÁ, K., HEJTMÁNKOVÁ, A., LACHMAN, J., PIVEC, V., DUDJAK, J. The Contents of Total Polyphenolic Compounds and *Trans*-resveratrol in White Riesling Originated in the Czech Republic. Czech J Food Sci., 22 (6): 215 – 221, 2004.
- [29] ANLI, E., VURAL, N., KIZILET, E. An alternative method for the determination of some of the antioxidant phenolics in varietal turkish red wines. Journal of the institute of brewing, Vol. 114, No. 3, 2008.
- [30] ZAMORA-ROS, R., et al. Resveratrol metabolites in urine as a biomarker of wine intake in free-living subjects: The PREDIMED Study. Free Radical Biology & Medicine, 2009.
- [31] MINDELL, E. Vitaminová bible pro 21. století. Knižní klub, 2000. ISBN 80-242-0406-1
- [32] DOURTOGLOU, V., MAKRIS, D., BOIS-DOUNAS, F., ZONAS, CH. *Trans*-Resveratrol Concentration in Wines Produced in Greece. Journal of Food Composition and Analysis 12: 227 – 233, 1999.
- [33] MONTSK, G., OHMACHT, R., MARK, L. *trans*-Resveratrol and *trans*-Piceid Content of Hungarian Wines. Chromatographia Supplement Vol. 71: 121 – 124, 2010.

- [34] LEE, J., RENNAKER, C. Antioxidant capacity and stilbene contents of wines produced in the Snake River Valley of Idaho. *Food Chemistry* 105: 195-203, 2007.
- [35] DEKIĆ, S., MILOSAVLJEVIĆ, S., VAJS, S., JOVIĆ, S., PETROVIĆ, A., NIKIĆEVIĆ, N., MANOJLOVIĆ, V., NEDOVIĆ, V., TEŠEVIĆ, V. *Trans- and cis- resveratrol concentration in wines produced in Serbia. Journal of the Serbian Chemical Society* 73 (11): 1027 - 1037, 2008.
- [36] ANONYM. *Pterostilben: resveratrol příští generace*. Dostupný z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=0&typ=1&val=104215&ids=3478>
- [37] ROMERO-PÉREZ, A., LAMUELA-RAVENTÓS, R., WATERHOUSE, A., TORREBORONAT, M. Levels of *cis-* and *trans-*Resveratrol and Their Glucosides in White and Rosé *Vitis vinifera* Wines from Spain. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2124 – 2128, 1996.
- [38] SUN, B., FERRAO, C., SPRANGER, M. Effect of Wine Style and Winemaking Technology on Resveratrol Levels in Wines. *Ciencia Téc. Vitiv.* 18 (2): 77 – 91, 2003.
- [39] GÜRBÜZ, O., GÖCMEN, D., DAGDELEN, F., GÜRSOY, M., AYDIN, S., SAHIN, I., BÜYÜKYUSAL, L., USTA, M. Determination of *flavan-3-ols* and *trans-resveratrol* in kapes and wine using HPLC with fluorescence detection. *Food Chemistry*: 1-8, 2005.
- [40] SOUTO, A., CARNEIRO, M., SEFERIN, M., SENNA, M., CONZ, A., GOBBI, K. Determination of *trans-*Resveratrol Concentrations in Brazilian Red Wines by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis* 14: 44 - 44, 2001.
- [41] KALLITHRAKA, S., ARVANITTOYANNIS, I., EL-ZAJOULI, A., KEFALAS, P. The application of an improved method for *trans-resveratrol* to determine the origin of Greek red wines. *Food Chemistry* 75: 355 – 363, 2001.
- [42] TÁBORSKÝ, M., OŠŤÁDAL, P., PETŘEK, M., HEINC, P., VÁCLAVÍK, J., LAZÁROVÁ, L., VÍTOVEC, J. Máme v současné době dostatek důkazů o kardiopro-

tektivním efektu konzumace mírného množství vína na kardiovaskulární onemocnění?  
Kardiol. Rev. 12 (4): 192 - 196, 2010.

[43] VÍTKOVÁ, M., MACKOVÁ, Z., FUKAL, L., LAPČÍK, O. Enzymová imunoanalýza pro stanovení isoflavonoidů. Chemické listy 98: 1135 – 1139, 2004.

[44] HOLZBECHER, Z., CHURÁČEK, J. A KOL. Analytická chemie, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha: 1987.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

g	gram
mg	miligram
kg	kilogram
l	litr
tab.	tabulka
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
%	procento
% obj.	objemové procento
C <sub>3</sub>	třetí uhlík v řetězci
LDL	low density lipoprotein
pH	potencial of hydrogen tzn. kyselost
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
h	hodina
SIR	sirtuiny
DNA	deoxyribonukleová kyselina
HDL	high density lipoprotein
NF-kappa B	nuclear factor-KappaB
např.	například
GMP	Good Manufacturing Practice
DDD	denní doporučená dávka
ml	mililitr
dcl	decilitr
HPLC	high performance liquid chromatography

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Fenol [11] .....	15
Obrázek 2 Obecná struktura hlavních flavonoidních látek [3] .....	18
Obrázek 3 Chemická struktura pterostilbenu [13] .....	22
Obrázek 4 Isomery resveratrolu [23] .....	23
Obrázek 5 Hrozen révy vinné napadený plísní <i>Botrytis cinerea</i> [23] .....	25

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v bílých vínech dle původu .....	35
Graf 2 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v červených vínech dle původu.....	36
Graf 3 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v růžových vínech dle původu .....	37

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Obsah významných látek ve víně [2, 3, 6, 8, 9, 15].....	11
Tabulka 2 Průměrný obsah minerálních látek v moštu a ve víně [7].....	13
Tabulka 3 Koncentrace resveratrolu v běžných druzích zeleniny a ovoce [13, 23].....	24
Tabulka 4 Koncentrace resveratrolu ve slupkách hroznů [23] .....	25
Tabulka 5 Výběr doplňků stravy s resveratrolem dostupných na trhu [12] .....	31



**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v bílých vínech dle odrůdy, původu a ročníku.....	50
Příloha 2 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v červených vínech dle odrůdy, původu a ročníku .....	51
Příloha 3 Obsah <i>trans</i> -resveratrolu v růžových vínech dle odrůdy, původu a ročníku.....	52

**PŘÍLOHA I:****Příloha 1 Obsah *trans*-resveratrolu v bílých vínech dle odrůdy, původu a ročníku**

Odrůda	Země původu	Ročník	<i>Trans</i> -resveratrol (mg.l <sup>-1</sup> )	Autor
Ryzlink	Česká republika	2000	0,8750	[28]
Capella Cuvee	Maďarsko	2003	0,7000	[33]
Fernao Pires	Portugalsko	1999	0,0347	[38]
Savatiano Athiri	Řecko	1990	0,1420	[32]
Chardonnay	Srbsko	2002	0,3400	[35]
Xarel.lo	Španělsko	1992	0,5470	[37]
Narince	Turecko	2005	1,9310	[39]
Ryzlink	USA	2002	1,1600	[34]

**PŘÍLOHA II:****Příloha 2 Obsah *trans*-resveratrolu v červených vínech dle odrůdy, původu a ročníku**

Odrůda	Země původu	Ročník	<i>Trans</i> -resveratrol (mg.l <sup>-1</sup> )	Autor
Pinot Noir	Austrálie	-	13,400	[30]
Merlot	Brazílie	1999	5,430	[40]
Rulandské modré	Česká republika	2008	1,040	[27]
Pinot Noir	Francie	-	4,400	[30]
Pinot Noir	Itálie	-	4,800	[30]
Pinot Noir	Kanada	-	3,300	[30]
Cabernet Sauvignon	Maďarsko	2006	10,400	[33]
Tinta Miúda	Portugalsko	2000	18,825	[38]
Kotsifalj & Mandjlaria	Řecko	2001	2,534	[41]
Frankovka	Slovensko	2009	2,800	[27]
Pinot Noir	Srbsko	2000	1,310	[35]
Pinot Noir	Španělsko	-	5,000	[30]
Öküzgözü	Turecko	2005	4,403	[39]
Pinot Noir	USA	-	5,100	[30]

**PŘÍLOHA III:****Příloha 3 Obsah *trans*-resveratrolu v růžových vínech dle odrůdy, původu a ročníku**

Odrůda	Země původu	Ročník	<i>Trans</i> -resveratrol (mg.l <sup>-1</sup> )	Autor
Cuvee	Maďarsko	2007	0,500	[33]
Robusto	Portugalsko	2000	1,514	[38]
Rosé	Srbsko	2004	0,290	[35]
Grenache	Španělsko	1993	1,060	[37]