

Význam vybraných polyfenolických látek obsažených ve víně

Eliška Eliášová

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Eliška ELIÁŠOVÁ
Osobní číslo: T07004
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Chemie a technologie potravin

Téma práce: Význam vybraných polyfenolických látek
obsažených ve víně

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Velmi stručně popsat technologii výroby vína a jeho chemické složení.
2. Charakterizovat skupinu polyfenolických látek.
3. Blíže se zaměřit na nejdůležitější polyfenolické látky obsažené ve víně, popsat jejich strukturu a zejména význam.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] FREMONT, L. Biological effects of resveratrol. Life Science, 2000, 66, 8, 663-673.

[2] LAHO, L., MINÁRIK, E., NAVARA, A. Vinárstvo, chémia, mikrobiológia a analytika vína. Bratislava: Priroda, 1970. 426 s.

[3] STEIDL, R. Sklepní hospodářství. Valtice: Národní salon vín, 2002, 307 s. ISBN 80-903201-0-4.

[4] FARKAŠ, J. Technológia a biochémia vína. Bratislava: Alfa, 1973, 773 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



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

Příjmení a jméno: Eliášová Eliška

Obor: Chemie a technologie potravin

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 ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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 24.5.2010

Eliška Eliášová

¹⁾ 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 nevyjádřeně 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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 díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá významem vybraných polyfenolických látek obsažených ve víně. Práce je rozčleněna do tří kapitol. V první kapitole je stručně objasněna technologie výroby červených a bílých vín. V druhé kapitole je popsáno chemické složení vína. Třetí kapitola je pak věnována polyfenolickým látkám, jejich příznivým účinkům, zejména antioxidantním a antimutagením. Hlavní část kapitoly popisuje rozdělení polyfenolických látek a charakterizuje nejdůležitější skupiny. Zvláštní pozornost je věnována katechinům, kvercetinu a resveratrolu.

Klíčová slova:

víno, polyfenolické látky, antioxidanty, katechiny, kvercetin, resveratrol

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the importance of selected polyphenolic compounds contained in wine. The thesis is divided into three chapters. The first chapter briefly demonstrates the production technology of red and white wines. The second part describes chemical composition of wine. The third section is devoted to polyphenolic compounds, their positive effects, mainly antioxidant and antimutagenic. The main part of the last chapter describes division of the polyphenolic compounds and characterizes the most important groups. Special attention is paid to catechines, quercetin and resveratrol.

Keywords:

wine, polyphenolic compounds, antioxidants, catechines, quercetin, resveratrol

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce Ing. Zuzaně Lazárkové, Ph.D. za vzorné vedení mé bakalářské práce, za věnovaný čas a ochotu, cenné rady a připomínky, poskytované v průběhu zpracování práce. Ráda bych také poděkovala všem ostatním, kteří mi jakýmkoliv způsobem pomohli při práci.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA.....	11
1.1 DRCENÍ HROZNŮ A PŘÍPRAVA RMUTU	12
1.2 LISOVÁNÍ RMUTU	13
1.3 ÚPRAVA MOŠTU PRO KVAŠENÍ.....	13
1.4 KVAŠENÍ MOŠTU.....	14
1.5 ŠKOLENÍ VÍNA	15
1.6 LAHVOVÁNÍ.....	16
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VÍNA	17
2.1 VODA	18
2.2 ALKOHOLY	18
2.3 SACHARIDY	18
2.4 KYSELINY.....	20
2.5 BARVIVA	21
2.6 AROMATICKÉ LÁTKY	21
2.7 TŘÍSLOVINY.....	22
2.8 DUSÍKATÉ LÁTKY	22
2.9 VITAMINY	23
2.10 MINERÁLNÍ LÁTKY	24
2.11 LIPIDY	25
2.12 POLYFENOLICKÉ LÁTKY.....	25
3 POLYFENOLICKÉ LÁTKY.....	26
3.1 PŘÍZNIVÉ ÚČINKY POLYFENOLŮ.....	27
3.2 PŘÍJEM POLYFENOLŮ	28
3.3 ROZDĚLENÍ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK.....	29
3.3.1 Flavonoidy.....	29
3.3.1.1 Flavonoly	30
3.3.1.2 Flavanoly.....	32
3.3.1.3 Proantokyanidiny	34
3.3.1.4 Antokyanidiny.....	35
3.3.1.5 Další flavonoidy.....	35
3.3.2 Fenolické kyseliny.....	36
3.3.3 Stilbeny a lignany	37
ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM OBRÁZKŮ	46
SEZNAM TABULEK.....	47
SEZNAM PŘÍLOH.....	48

ÚVOD

Je víno zdravější než ostatní alkoholické nápoje? Tuto otázku si kladla a klade řada studií, které se zabývají dlouhodobým výzkumem vlivu alkoholických nápojů na lidské zdraví. Ve víně se ve vyšších množstvích nacházejí látky, které se v jiných alkoholických nápojích nevyskytují. Jedná se o fenolické látky (flavonoidy, polyfenoly, neflavonoidní fenoly a taniny), kterým je připisována řada pozitivních účinků na lidský organizmus. Příznivější vliv vína oproti destilátům a pivu udává řada studií [1].

Víno hrálo v životě našich předků významnější roli nežli v současné době. Obyvatelé Moravy vypili kolem 56 litrů vína na osobu a rok. To bylo stejné množství, jaké se dnes vypije ve Francii či Itálii a o němž se předpokládá, že je přínosné pro dospělého člověka k prevenci nejrůznějších onemocnění. Víno nejen doprovázelo běžná jídla, ale užívalo se ho jako rozpouštědla v lidovém lékařství a bývalo dokonce předepisováno jako lék. Vína s vyšším obsahem hořčiku se doporučovala jako antialergický prostředek, červená tříslovitá vína pro jejich baktericidní účinky, vína s vysokým obsahem fosforu pro tonizující účinky na nervovou soustavu, vína s vysokým obsahem vápníku pro alkalické působení a vína s vyšším obsahem draslíku pro zlepšení srdeční choroby [2].

Teprve koncem 20. století se vědcům konečně podařilo vědecky ověřit a dokázat to, co naši předkové věděli už celá tisíciletí [3]. V přiměřených dávkách je víno skutečně lékem! Nyní jsou stále častěji publikovány výzkumy z významných univerzit, které dokazují, že mírné pití vína nás ochrání nejen před koronárními chorobami, ale snižuje i pravděpodobnost úmrtí na jiné nemoci. Víno obsahuje vzácné léčivé látky, které na lidský organizmus působí blahodárně [2, 3].

A tak na otázku, zda v minulosti bylo možné pomocí vína dosáhnout léčivých úspěchů, jak se uvádí v historických pramenech, s klidným svědomím můžeme říci – ano. I když k uzdravení v mnoha případech nedocházelo jen zásluhou farmakologických substancí vína, ale také silou naděje a víry. V každém případě víno velkému počtu lidí přineslo nejen útěchu a zmírnění bolesti, ale také lepší průběh onemocnění a rovněž úplné uzdravení [3].

1 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA

Technologie výroby vína je pravděpodobně nejstarší odvětví biotechnologie jako takové. Můžeme o ní hovořit už od roku 7400 př. n. l. Přestože lidé neznali mechanismus výroby tohoto lahodného nápoje, víno pili i vyráběli. Víno je také jedním z nejstarších příkladů průmyslových odvětví s využitím mikroorganismů [4].

Většina operací je u bílých a červených vín obdobná, rozdíly při jejich výrobě budou uvedeny dále [5]. U bílého vína jsou hlavními kroky výroby sklizeň hroznů, odzrňování, drcení a naležení drtě. Po lisování přichází odkalení moštu, dále úprava moštu, kvašení, stáčení, školení a stabilizace. Poslední fází je lahvování a skladování. V technologii tvorby červených vín jsou hlavními kroky sklizeň hroznů, odzrňování a drcení, nakvácení, lisování, dokvácení, biologické odbourávání kyselin, stáčení a školení vína [6].

V technologii výroby červeného vína hraje významnou roli „fenolická zralost hroznů“. Barvu červených vín tvoří antokyaniny a chuť červených vín vzniká na základě obsahu a složení taninů [7]. Významné pro kvalitu červených vín jsou veškeré fenolické látky, které příznivě působí na zdraví a jsou mnohem důležitější nežli aromatické látky; u bílých vín je tomu naopak [7, 8].

Z hlediska barvy rozlišujeme vína bílá, růžová a červená. Růžová a zejména červená vína musí projít procesem nakvácení, kdy se ze slupek uvolňují červená antokyanová barviva. Přímým lisováním modrých hroznů se získává bílé víno, tzv. klaret [9].

Výroba vína zahrnuje tyto technologické postupy:

- 1) drcení hroznů a příprava rmutu
- 2) lisování rmutu
- 3) úprava moštu pro kvašení
- 4) kvašení moštu
- 5) školení vína
- 6) lahvování

1.1 Drcení hroznů a příprava rmutu

Hrozny se nejdříve po sklizni drtí – rmutují. Drcením se usnadní lisování, zvýší se výlisnost a zabrání se zapaření. Při drcení má každá bobule prasknout, nesmějí se ale poškodit pecičky, třapina a slupky. Z těchto částí by se mohly do moštu totiž vyluhovat nežádoucí látky, jako třísloviny, oleje a chlorofyl [9]. Nejpoužívanějším typem drtičů u nás jsou mlýnkoodzrňovače [5].

Rmut se dále zpracovává následovně:

- pro výrobu bílých vín se rmut okamžitě lisuje
- při výrobě červených vín se rmut z modrých hroznů musí nechat nakvášet pro vyluhování tříslovin a antokyanových barviv [9]

Způsoby nakvašování rmutu

Při nakvašování rmutu pro výrobu červených vín závisí doba vyluhování na vyzrálosti hroznů, jejich zdravotním stavu a dále na nakvašovací teplotě [9]. U červených vín se nejvíce cení přiměřená červená barva a jemná trpkost v chuti [8]. Nakvašování při teplotě 15 °C nemá trvat déle než 8 dní. Příliš dlouhým nakvašením získá víno nepříjemnou chuť, nepřírozně hnědou barvu a dochází k octovému kvašení. [9]. Vznikající oxid uhličitý vynáší na povrch nečistoty, které tvoří pevnou vrstvu, tzv. matolinový klobouk. Stykem se vzduchem probíhá na povrchu klobouku octové kvašení; navíc v částech, kde je klobouk nad povrchem kvasícího moštu, nedochází k vyluhování barviv – proto se musí klobouk v pravidelných intervalech do kvasícího rmutu nořit. Podle způsobu ponořování klobouku do rmutu známe tyto způsoby nakvašování

- nakvašování v otevřených nádobách s volně plujícím kloboukem – je to nejjednodušší a u nás nejpoužívanější způsob
- kvašení v otevřených nádobách s ponořeným kloboukem
- kvašení v uzavřených nádobách s ponořeným kloboukem
- vyluhování barviv horkým moštem
- kvašení přes čtyři [8, 9]

1.2 Lisování rmutu

Lisováním oddělujeme mošt od tuhých částí rmutu. Intenzitu lisování ovlivňuje konstrukce lisu, použitý tlak, mechanické vlastnosti rmutu aj. Důležitý je taky stupeň zralosti a odrůda. Je nutné si uvědomit, že cílem lisování není získání co největšího množství moštu bez ohledu na jeho kvalitu, ale optimální množství kvalitního moštu. Kvalita se odrazí nejen v chuťových vlastnostech budoucího vína, ale i v jeho dalším zpracování [4, 8].

1.3 Úprava moštu pro kvašení

K dosažení optimální kvality moštu, zaručující hladký průběh kvašení a vysokou jakost vyrobeného vína, je třeba mošt získaný lisováním dodatečně upravovat [5]. Na rozdíl od ovocných vín je zakázáno upravovat révový mošt vodou nebo vodnými cukernými roztoky. K základním úpravám moštu před kvašením patří:

- úprava cukernatosti
- síření moštu
- úprava kyselin v moštu [9]

Úprava cukernatosti moštu se provádí v nepříznivých letech, kdy mošty obsahují málo cukru a příliš kyselin. Upravuje se přidavkem cukru nebo zahuštěným moštem. Podle našich zákonných ustanovení lze přicukerňovat mošty do výše 21° NM při výrobě bílých vín a do 22° NM při výrobě vín červených. U jakostních révových vín s přívlastkem je docukřování zakázáno [9, 10].

Síření moštu slouží k ochraně moštu před bakteriální a plísňovou kontaminací, před oxidací a před jinými vadami. Síří se oxidem siřičitým dávkou 25 – 50 g.l⁻¹. V praxi se síří všechny mošty, aby se předešlo chorobám a vadám vína. Oxid siřičitý potlačuje činnost nežádoucích mikroorganismů, zejména bakterií a divokých kvasinek a současně příznivě ovlivňuje sensorický charakter následného vína podporou tvorby glycerolu [5]. S barevnými látkami tvoří oxid siřičitý sloučeniny, které snižují barvu vína. Při kvašení se však tyto sloučeniny rozkládají a intenzita barvy se znovu obnovuje [11].

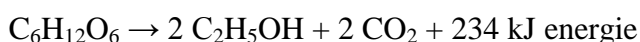
Pro vytvoření harmonického poměru mezi cukrem a kyselinami v moštu nestačí jen mošty s vysokým obsahem kyselin přisládit, ale musí se rovněž snížit obsah kyselin [8]. Obsah

kyselin se u moštů i mladých vín může snižovat přidávkem uhličitanu vápenatého, který se váže na kyselinu vinnou a vytváří nerozpustný vinan vápenatý [11].

1.4 Kvašení moštu

Po potřebných úpravách se mošt plní do kvasných nádob. Sudy se plní do 3/4 jejich obsahu. Vylisovaný mošt se ponechává buď samovolně kvasit v sudech (spontánní kvašení), pochází-li ze zdravých a čistých hroznů, nebo se použijí čisté kultury vinných kvasinek k zakvácení (řízené kvašení) [4].

Alkoholové kvašení je složitý biochemický proces rozkladu cukru obsaženého v moště na alkohol a oxid uhličitý způsobený kvasinkami podle rovnice: [9]



Vzniklý alkohol (etanol) působí ve vyšších koncentracích konzervačně a prodlužuje údržnost vína, jinak je důležitou součástí chuti a vůně vína. Část etanolu se během zpracování vína mění na buketní látky (např. estery). Souběžně s tvorbou alkoholu vznikají v průběhu kvašení vedlejší produkty, jako jsou glycerol, kyselina mléčná, vinná, octová a vyšší alkoholy. Metanol vzniká ve víně rozkladem pektinů, jeho množství je však zanedbatelné a pohybuje se max. do výše 0,45 % obj. u červených vín, u bílých vín je jeho obsah podstatně menší [9].

Kvašení moštu se účastní nejen ušlechtilé vinné kvasinky *Saccharomyces cerevisiae var. vini*, ale i *Saccharomyces oviformis* [12]. Kvasinky nejlépe pracují při 20 – 30 °C. Vhodnější však je vést kvasný proces při teplotách do 20 °C, kdy nedochází k vytěkání buketních látek z vína.

Na začátku kvasného procesu se získává rozkvašený mošt, tzv. burčák, který je velmi oblíben pro své sensorické a dietetické vlastnosti. Kvašení je ukončeno v době, kdy cukr obsažený v moštu je zkvašen, resp. jeho zbytkový nezkašený obsah je velmi malý [9].

1.5 Školení vína

Školení vína je soubor technologických úkonů, zaměřených na zlepšení a uchování jeho vlastností čiřením, filtrací, příp. scelením a zabezpečením jeho stability před lahvováním. Nejlepší vlastnosti získává víno v průběhu zrání (školení) za nejvhodnějších podmínek [9]. V průběhu školení je důležité pravidelné dolévání. Školené víno se nesmí dolévat vínem neškoleným. Teplota zrání nesmí kolísat v závislosti na ročním období. Pro zrání vína se doporučují následující teploty:

- pro bílá vína 8 až 10 °C
- pro červená vína 10 až 12 °C [9]

Podobně jako ovocné víno se i víno révové stáčí dvakrát. První stáčení je nejdůležitější, stáčí se po dokvašení a usazení nečistot. Doba prvního stáčení je závislá také na kyselosti vína. Kyselejší vína se stáčí po delší době, protože ležením vína na kvasnicích se kyselost vlivem biologického odbourání snižuje. [9]. Výsledkem biologického odbourávání kyselin je snížení kyselosti rozkladem kyseliny jablečné za vzniku chuťově jemnější kyseliny mléčné (jablečno-mléčné kvašení) [13]. Jablečno-mléčným kvašením by měla projít zejména červená vína, protože díky tomuto biologickému pochodu ztrácejí svoji tvrdost [9].

Na čistotu vína se v dnešní době kladou velké nároky, přičemž se požaduje, aby víno zůstalo čisté i po stočení do lahví. Proto se musí vyčištění vína napomáhat, a to čiřením, filtrací a stabilizací [8].

Po případném scelení vína, které vede ke snaze docílit určité harmonie všech složek ve víně, jako jsou kyseliny, alkohol i cukr, spolu s jeho barvou, chutí a vůní, jsou z výrobní partie odebrány vzorky na celkový rozbor. Zjistí se také, jaký druh a jaké množství čířidla bude k čiření použito. Povolené druhy čířidel jsou uvedeny ve vinařském zákoně [14]. Víno se může čiřit želatinou, kaseinem, bentonitem a jsou také popsány postupy čiření polyvinylpolypyrrolidonem (PVPP) [6]. Čířidla ve vínech vysrážejí koloidní nečistoty v tzv. shluky a klky, které jsou strhávány ke dnu nádrže. Jakmile nastane sedimentace nečistot, dochází k filtraci vína [14].

Filtrace vína urychluje výrobu, zkracuje technologické procesy přípravy vína na lahvování a umožňuje dosáhnout jiskrné čirosti. Filtrování je vlastně umělé čištění vína přes pórovitý

materiál, který odděluje pevné částice z filtrovaného vína. Zákal ve víně způsobují částice různé velikosti, povah, vlastností i chemického složení. Jsou to zejména vysrážené bílkoviny, polysacharidy, barviva, kvasinky a kalové částice čířících prostředků. Jako filtrační hmota se používá filtrační papír, bavlněná vlákna, celulóza, křemelina, perlit, hotové celulózo-křemelinové desky aj. [8].

Stabilizaci vína se omezují biochemické procesy, při nichž dochází k vysrážení látek nacházejících se ve víně v době skladování, nalahvování a při přepravě. Většinou jde o látky koloidní povahy, které tvoří zákal vína. Stabilizovat se musí zejména proto, aby byla vyrobena vína mladá, svěží a se zbytkem nezkvašeného cukru [8].

Stabilizace vína je jednou z hlavních aplikací *lakázy* v potravinářském průmyslu. Použití *lakázy* ke stabilizaci vín vyžaduje splnění určitých podmínek, např. optimální pH okolo 2,5 – 4,0. Uvádí se, že *lakáza* z *Polyporus versicolor* (optimální pH 2,7) eliminuje po třech hodinách až 70 % katechinu a 90 % antokyanidinů. Výsledky ukazují, že je možné použít *lakázu* z *Polyporus* jako čeridla a následně přidat roztok oxidu křemičitého nebo provést tepelné ošetření. Nakonec se aplikuje ultrafiltrace pro odstranění oxidovaných produktů a enzymového proteinu. Předběžné studie za použití *lakázy* z *Trametes versicolor* ukázaly, že tento enzym má velký potenciál odstraňovat fenolové sloučeniny z vín. Dosáhlo se více než 90 % odstranění ferulové kyseliny z modelového roztoku a 34 % odstranění fenolových sloučenin z vín [15].

1.6 Lahvování

Hlavním požadavkem při plnění vína do obalů je, aby víno bylo dostatečně vyzrálé a vyškolené, aby nemělo sklon k tvorbě zákalů a nedocházelo u něho k dodatečným změnám sensorických vlastností [5]. Nelze lahvovat vína, která dokváší. Zejména je zcela nevhodné použití kyseliny sorbové ke stabilizaci vína, kde se doposud neukončilo biologické odbourávání kyselin. Včasné nalahvování vína před jeho vrcholem vývoje zajišťuje jeho vysokou kvalitu. Proces zrání vína pokračuje v láhvi a víno se stává tzv. lahvově zralým. Každá odrůda má svůj čas vhodný k lahvování [9].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VÍNA

Víno je biochemicky mimořádně složitý produkt. Zatím v něm bylo identifikováno více než 500 složek, od nejjednodušších molekul až po ty nejsložitější. Biochemické přeměny těchto komponent v lidském těle jsou skutečně komplikované a dodnes nejsou známy všechny [3].

Složení vína si uvědomujeme do určité míry vnímáním vůní a chutí při ochutnávání různých odrůd a druhů vín. Při posuzování kvality vína se uplatní nejprve vjemy zrakové a čichové, ale rozhodující bývá jeho chuť. Jednotlivé základní složky chuti, sladká, kyselá, hořká a případně slaná, by měly u kvalitního vína vytvářet určitou chuťovou souhru – harmonii [6].

Víno obsahuje hlavně vodu (cca 85 %) a alkohol (většinou okolo 12 %), ale i minerální látky (železo, vápník...), vitaminy (B, C...) a tisíce dalších látek ovlivňující i v malých koncentracích naše zdraví (viz Tab.1) [16].

Tab. 1. Obsah nejdůležitějších látek ve
víně (v g.l⁻¹) [16]

Voda	800 – 850
Etanol	50 – 130
Sacharidy	1 – 250
Kyseliny	4 – 10
Minerální látky	2,4 – 3,2
Dusíkaté látky (bílkoviny)	0,3 – 1,0
Fenoly	0,2 – 4,0

Příznivé i nepříznivé účinky vína záleží hlavně na zkonsumovaném množství a na jeho chemickém složení. Proto se nejdříve podrobněji seznámíme s jednotlivými látkami, které víno obsahuje [3].

2.1 Voda

Víno obsahuje 80 – 85 % vody. Veškerá voda je biologického původu, prošla kořenovým a cévním systémem rostliny. Žádná voda se do vína již nepřidává [17, 18].

2.2 Alkoholy

Víno našemu organismu dodává energii. Ta pochází hlavně z alkoholu obsaženého ve víně. V současnosti alkohol v průměru pokrývá kolem 10 % základní lidské energie. Podle obsahu alkoholu rozlišujeme lehká, středně těžká a těžká vína [3].

K nejdůležitějším alkoholům obsažených ve víně patří etanol, metanol a glycerol.

Etylalkohol (etanol, vinný líh) je jednomocný alkohol vznikající při kvašení enzymatickým rozkladem glukózy a fruktózy [17]. Je nejvýznamnější z alkoholů, ale také je ze zdravotního hlediska nejproblematičtější složkou vína. Rozhodující měrou ovlivňuje to, jak víno na lidský organismus působí [3, 6]. Obsah alkoholu ve víně se vyjadřuje buď v obj. % nebo v g.l^{-1} [17].

Metylalkohol (metanol) vzniká rozkladem pektinových látek a celulózy, které jsou obsaženy hlavně ve výliscích. Ve víně je obsažen jen ve velmi malém množství [17]. Metanol je vysoce jedovatý alkohol s nepatrným omamným působením. Daleko jedovatější jsou však produkty, které vznikají při jeho odbourávání: formaldehyd a kyselina mravenčí [3].

Glycerol patří mezi vyšší alkoholy. Vzniká z cukrů na počátku alkoholové fermentace. Glycerol jako primární produkt kvašení dodává vínu plnost a zjemňuje chuť [13, 19]. Je obsažen ve vínech jen v malých množstvích. Vyšší obsah glycerolu se vytváří při kvašení moštů vyrobených z hroznů napadených ušlechtilou plísní *Botrytis cinerea* [17]

2.3 Sacharidy

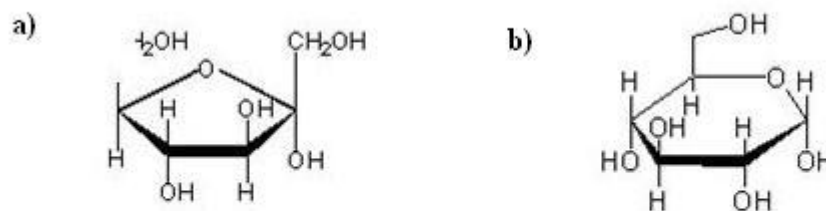
Další důležitou součástí vína, která výrazně ovlivňuje jeho kvalitu, je obsah jednotlivých cukrů [3]. Cukry vznikají asimilací z oxidu uhličitého a vody v buňkách obsahujících

chlorofyl, s aktivní účastí slunečního záření. Tento proces je základem většiny života na Zemi a nazývá se fotosyntéza [3, 17].

Glukóza a fruktóza se během kvašení přeměňují rozdílnou rychlostí. Poměr mezi glukózou a fruktózou se z poměru 1:1 v moštu během kvašení mění ve prospěch fruktózy [19]. Glukózu i fruktózu zkvašují kvasinky na etanol a oxid uhličitý. Oba cukry mají stejné redukční vlastnosti [17]. Cukry zvyšují kalorickou hodnotu vína, tím posilují organismus, a proto se víno osvědčuje při dietách jako energetická náhražka tuhé potravy [16].

Fruktóza (ovocný cukr, levulóza) se v úplně zkvašeném víně téměř nenalézá. Glukóza i fruktóza jsou snadno rozpustné ve vodě a v alkoholu. Fruktóza je opticky levotočivá. Z toho pochází také její název levulóza [3]. Fruktóza působí sladším dojmem, proto existují i sensorické rozdíly ve víně [19].

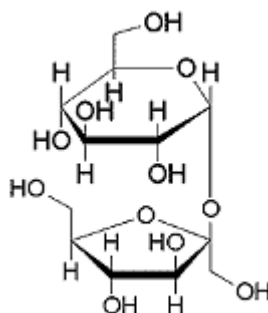
Glukóza (hroznový cukr, dextróza) je kvasinkami zkvašována na etanol a oxid uhličitý (meziproduktem je acetaldehyd). Její další název – dextróza nás upozorňuje na jednu její vlastnost – stočit rovinu polarizovaného světla ve vodném roztoku doprava. V úplně zkvašeném víně se glukóza nalézá pouze ve stopových množstvích [3]. Vzorce těchto monosacharidů jsou na Obr. 1.



Obr. 1. a) α -D-fruktóza, b) α -D-glukóza [23]

Sacharóza (řepný, třtinový cukr) se v hroznové šťávě nalézá pouze v nepatrném množství, ale pro vinaře má velký význam. Sacharóza se vyrábí z cukrové řepy a cukrové třtiny. Opticky je pravotočivá. Působením enzymů dochází k jejímu rozpadu na stejné díly glukózy a fruktózy. Ve slabších letech se používá k doslazení, docukrování moštu.

Dodatečně cukrované víno lze poznat právě díky obsahu sacharózy [3]. Vzorec sacharózy je na Obr. 2.



Obr. 2. Sacharóza [23]

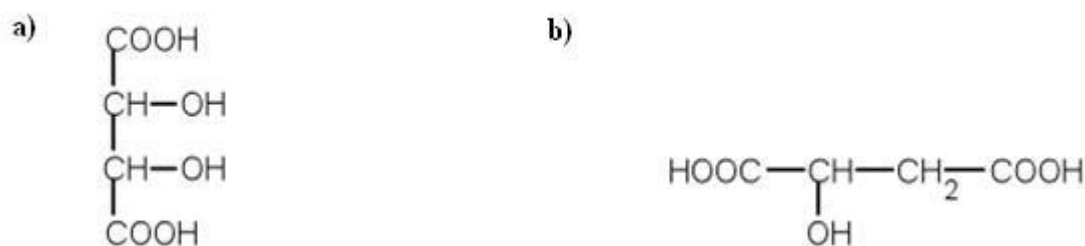
2.4 Kyseliny

Kyseliny, jsou stejně jako cukry významnou kvalitativní složkou ovlivňující chuťovou harmonii vína. Kyseliny příznivě ovlivňují rovnováhu při trávení potravy [16].

Většinu obsahu kyselin tvoří kyselina vinná a jablečná. V nevyzrálých ročnících převažuje kyselina jablečná, naopak v dobře vyzrálých ročnících převažuje kyselina vinná [13, 19]. Kyselina vinná se řadí mezi organické kyseliny, které významně spolurozhodují o kyselosti, mikrobiologické a fyzikálně-chemické stabilitě révových vín [20]. V malém množství jsou obsaženy kyselina citronová a jantarová, v průběhu kvašení se uplatňují např. kyselina máselná, mravenčí, octová a fumarová [3, 19].

Při kvašení kyselinu vinnou kvasinky nenapadají. Avšak asi 0,5 až 1,5 g.l⁻¹ kyseliny vinné se vysráží jako vinný kámen v důsledku obsahu alkoholu ve víně, který proměňuje její rozpustnost [13, 19]. Vinný kámen je z chemického hlediska draselná sůl kyseliny vinné (hydrogenvinan draselný) [3].

Oproti kyselině vinné je jablečná kyselina lehce zpracovávána mikroorganizmy. Kvasinky přeměňují během kvašení kyselinu jablečnou na alkohol, nikoliv kyselinu mléčnou jako při biologickém odbourávání kyselin [13, 19]. Kyselina jablečná dodává vínu chuťový pocit svěžesti [6]. Vzorce obou těchto kyselin jsou na Obr. 3.



Obr. 3. a) kyselina vinná, b) kyselina jablečná [24]

2.5 Barviva

Barevnost vín je závislá na obsahu barviv, které se do vína vyluhují z hroznů během technologického procesu. Barevný komplex spoluvytváří řada barevných sloučenin. Jedná se o zelené chlorofyly, žluté flavonoidy a xantofyly a skupina červených barviv – antokyanů [21].

Modré odrůdy révy vinné obsahují červená barviva antokyany, které přechází do vína v době nakvášení ze slupek bobulí [18, 21]. Vyzráváním hroznů se obsah antokyanů zvyšuje [22]. Jelikož tato barviva nejsou obsažena v dužnině, lisováním hroznů bez nakvášení vyrobíme bílé nebo růžové víno. Výjimku tvoří tzv. barvířky, které obsahují antokyany také v dužnině. Množství antokyanů ve víně je dáno odrůdou, půdními podmínkami a také způsobem ošetření vína. Jejich množství může dosáhnout hodnoty až 3 g.l^{-1} . Slupka bobulí bílých odrůd obsahuje žlutá barviva flavonoidy a xantofyly [21].

2.6 Aromatické látky

Aromatické látky ve víně jsou nejrůznějšího původu, jejich složení je velmi různorodé; doposud bylo nalezeno více než 800 různých látek podílejících se na aromatu vína [6, 19].

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 (viz. Tab. 2) [19].

Tab. 2. Charakteristické vůně esteru [6]

Ester	Vůně
izoamylacetát	banánu
etylbutanát	zelených jablek
ethylcinamát	jader třešní
etyloktanát	ananasu
terpenové molekuly	muškátu
geraniol	květu růže

2.7 Třísloviny

Třísloviny patří mezi polyhydroxyfenoly. Patří mezi aromatické sloučeniny derivátů víceatomových fenolů a katechinů a vysokomolekulárních taninů [25].

Natpklá příchut' a červené barvivo je důkazem přítomných taninů, které se do vína dostávají v době fermentace ze slupky, pečiček a třapiny. Vína, která dál zrají v sudech, včetně vín školených v dubových sudech technologií barique, jsou obohacena o další skupinu tříslovin, například vanilin a kumarin [3].

Taniny jsou jako polyfenolické látky také významnými antioxidanty. Kromě antibakteriálních účinků posilují imunitní systém, snižují krevní tlak a riziko vzniku nádorů. Při konzumaci většího množství červeného vína na lačno mohou být taniny příčinou migrény [18]. Jejich obsah se pohybuje kolem 1 – 2 g.l⁻¹ [3].

2.8 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky ve víně tvoří proteiny, polypeptidy, aminokyseliny a organické dusíkaté kyseliny. Jejich obsah ve víně se pohybuje od 0,5 do 1 g.l⁻¹. Převážně u červených vín se může vyskytovat vyšší obsah biogenních aminů, které vznikají dekarboxylací aminokyselin

a mohou představovat vážné nebezpečí pro zdraví. Z nich má význam hlavně histamin, který hraje důležitou roli při alergiích. Výskytu histaminu ve víně se může zabránit co nejvyšší hygienou ve vinném sklepe. Je prokázáno, že toxický účinek histaminu v alkoholickém roztoku zesiluje a také se jím urychluje pokles krevního tlaku. Histamin se také uvádí jako jeden z faktorů pro vznik cirhózy jater [18].

Ve víně se histamin běžně vyskytuje v množství do 1 g.l^{-1} vína, jeho obsah však může přesáhnout až 20 g.l^{-1} [3, 18]. Takovéto množství způsobuje nepříjemnou bolest hlavy a celkovou nevolnost [26].

2.9 Vitaminy

Obsah vitaminů se liší podle jednotlivých odrůd, je ovlivněn technologickým postupem výroby vína. Červená vína mají většinou vyšší obsah vitaminů než vína bílá. Nejvíce jsou obsaženy vitaminy skupiny B [3, 18].

Tiamin (vitamin B_1) má schopnost snižovat množství alkoholu v krvi po jeho požití. Červené víno ho obsahuje 7 až 10 mg.l^{-1} . Napomáhá srdeční činnosti a je důležitý pro správnou funkci nervové soustavy. Tiamin v lidském organismu působí ve formě tiaminpyrofosfátu, koenzymu nezbytného pro reakce energetického metabolismu [27]. Proto je důležité jeho příjem potravou přepočítávat vzhledem k předpokládanému energetickému výdeji [28].

Riboflavin (vitamin B_2) udržuje dobrý stav pokožky, podporuje činnost rohovky a sítnice, reguluje růstové a životní procesy. Ve víně se nalézá v množství až $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Riboflavin patří do skupiny flavinů. V biochemických systémech se vyskytuje volný nebo vázaný ve formě koenzymů oxidoredukčních enzymů (flavinové neboli žluté enzymy). Nejběžnějšími jsou flavinmononukleotid (FMN) a flavinadeninukleotid (FAD) [27, 28].

Kyselina pantotenová (vitamin B_5) ovlivňuje nervovou koordinaci, účastní se přeměny bílkovin, sacharidů a lipidů, zvyšuje imunitu. Ve víně je přítomna v množství 1,2 až $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$. V přírodě se vyskytuje jen D-(+)-forma pantotenové kyseliny. Hlavními biologicky aktivními přírodními formami pantotenové kyseliny jsou koenzym A (CoA) a protein nazývaný ACP (acyl carrier protein) [29].

Pyridoxin (vitamin B₆) se vyskytuje ve třech formách: pyridoxal, pyridoxol a pyridoxamin. Účinnou formou je pyridoxalfosfát [30]. Je významný při tvorbě hemoglobinu, podporuje regeneraci kůže a funkci nervového systému. Ve víně se nalézá v množství až 0,5 mg.l⁻¹.

Kyanokobalamin (vitamin B₁₂) má vliv na léčení zhoubné chudokrevnosti, omezuje únavu a napomáhá při léčbě depresí. Ve víně je přítomný ve velmi malém množství, méně než 0,16 mg.l⁻¹. Kyanokobalamin patří do skupiny látek nazývaných korinoidy. Vitamin B₁₂ má nejsložitější strukturu ze všech vitaminů [27, 29].

Kyselina nikotinová a její amid (vitamin B₃, PP, niacin) ovlivňuje činnost žaludku a střev, prokrvuje pokožku. Ve víně je přítomen v množství 1 až 2 mg.l⁻¹ [3, 18]. Jak nikotinová kyselina, tak i její amid jsou stejně fyziologicky účinné. Amid nikotinové kyseliny je součástí nikotinamidadeninukleotidu (NAD⁺) a nikotinamidadeninukleotidfosfátu (NADP⁺) [28].

Biotin (vitamin H) je vínem dodáván v množství 5 mg.l⁻¹. Má vliv na kvalitu pokožky. V přírodě se vyskytuje jeho 8 stereoizomerů, ale pouze jeden, D-biotin, je biologicky aktivní. Po stránce biochemické působí biotin jako koenzym značného množství enzymů, které zasahují do karboxylačních reakcí [27].

2.10 Minerální látky

Na minerální látky jsou bohatá vína deštivých ročníků, vína, která byla silně lisována, nebo vína, která před lisováním dlouho ležela na rmutu [3, 26]. Ležení na rmutu se týká červeného vína, které má proto často vyšší obsah popela, než vína bílá. V nezkašeném moštu je obsah minerálních látek vyšší než ve víně, protože část minerálních látek spotřebují kvasinky a část se ztrácí tvorbou vinného kamene [3].

Z minerálních látek jsou obsaženy nejvíce draslík, vápník a hořčík, dále fosfor, železo a mangan a řada stopových prvků. S přibývajícím věkem chrání minerální látky před řidnutím kostí [18]. Obsah minerálních látek kolísá mezi 1,8 – 2,8 g.l⁻¹.

Draslík hraje velmi důležitou roli v životních dějích révy. Jeho funkce jsou přísně specifické a réva ho nejvíce přijímá v období bujného růstu až do nasazení bobulí. Mezi ostatními kationty má draslík ve víně dominantní postavení. Vína ho obsahují 160 – 2500 mg.l⁻¹. Zúčastňuje se funkce nervových buněk a uplatňuje se při pravidelné

funkci srdečního svalu. Je pokládán za prvek, který zpomaluje vývoj sklerózy. Obsah vápníku ve víně se pohybuje od 100 do 200 mg.l⁻¹, je nezbytný při výživě kostních pletiv a působí sedativně na nervový systém a také zlepšuje srážlivost krve. Hořčík zastává nejvýznamnější funkci jako součást chlorofylu, ve víně bývá jeho obsah 50 – 200 mg.l⁻¹. Hořčík je hlavně přítomen v mozkových tkáních a jeho přítomnost je důležitá pro biologickou rovnováhu [31].

2.11 Lipidy

Slupka bobule je pokryta voskovou vrstvičkou proti odparu vody a vniknutí škodlivých mikroorganismů, vosk se tedy dostává do vína z povrchu bobule. Olej obsahují pecičky v bobulích, získává se jejím rozrušením. Tuky jsou ve víně nevídané, získají se za lisování vysokým tlakem [18]. Víno obsahuje pouze malé množství těchto látek, zhruba 0,05 až 0,1 g.l⁻¹ [3].

2.12 Polyfenolické látky

Složky hořké a svíravé chuti vína označujeme souhrnným názvem polyfenoly. Dříve bývaly uváděny jako oenotanniny, barviva, taninové látky. Jsou to velmi důležité látky jak z hlediska organoleptického, tak technologického. Dávají vínu barvu a do značné míry ovlivňují také jeho chuť, zvláště u vín červených. Polyfenoly mají schopnost srážet bílkoviny, konzervují víno a zúčastňují se procesů čiření vína. Jsou mezi nimi látky baktericidní a některé z nich mají výrazně příznivý vliv na lidské zdraví [6].

K polyfenolickým látkám patří i třísloviny, o kterých pojednává kapitola 2.7.

Polyfenolickými látkami se budu podrobněji zabývat v následující kapitole.

3 POLYFENOLICKÉ LÁTKY

Rostlinné fenoly a polyfenoly v potravinách jsou předmětem pokračujícího výzkumu. Ten v poslední době umožnil zpřesnit znalosti chemické struktury a koncentrací těchto látek v potravinách a potvrdil jejich jiné než antioxidační účinky. Některé z těchto účinků, zejména blokování iniciační a progresní fáze karcinogeneze, jsou využívány ve výzkumu rakoviny a slibují využití nejen v prevenci, ale i v terapii této choroby [32].

Polyfenolické látky jsou přírodní látky, které jsou jako sekundární metabolity hojně zastoupeny v každé vyšší rostlině [33, 34]. Fenoly se vyskytují ve všech částech rostlin, ve stonku, kořenech, cévním systému a v listech [35]. V rostlinách bylo identifikováno několik tisíc fenolických látek s ohromnou rozmanitou strukturou [36, 37]. Společným rysem je, že obsahují jedno nebo více aromatických jader substituovaných hydroxylovými skupinami [36]. Mnohé z těchto látek jsou zastoupeny v zelenině, ovoci a některých nápojích, především v červeném víně a je jim přisuzován pozitivní vliv na lidský organizmus [37].

Nejběžnějšími rostlinnými polyfenoly jsou flavonoidy, fenolové kyseliny a stilbeny. V současnosti roste zájem o studium těchto přírodních látek, protože jejich příjem v potravě je dáván do souvislosti se snížením výskytu závažných nemocí, jako je rakovina a kardiovaskulární choroby. Zvýšený příjem červeného vína, které je zvláště bohaté na polyfenoly, je jedním z pravděpodobných vysvětlení tzv. „francouzského paradoxu“ [38]. Bylo zjištěno a statisticky dokázáno, že v určitých částech Francie (významný stát evropské produkce vína) byla nižší četnost úmrtí na onemocnění koronárních tepen (infarktu myokardu), a to navzdory tomu, že spotřeba tuků byla vysoká. Tato skutečnost vedla k domněnce, že požívání vína může působit proti účinkům stravy s vysokým obsahem tuků, a omezit tak možnost vzniku a rozsah onemocnění věnčitých tepen [39].

Studie z poslední doby naznačují, že oxidované LDL (low density lipoproteins – lipoproteiny s nízkou hustotou) se mohou podílet na vzniku aterosklerózy. Bylo prokázáno, že celkové polyfenoly extrahované z červeného vína mohou inhibovat oxidaci LDL *in vitro*, což může přispívat k výše zmíněnému „francouzskému paradoxu“. Protektivní efekt vína je připisován právě antioxidačním účinkům polyfenolických látek v něm obsažených a navíc alkohol obsažený ve víně podporuje absorpci polyfenolických látek z vína ve

střevě, a proto je antioxidační účinek vína vyšší než např. účinek samotné hroznové šťávy [1].

3.1 Příznivé účinky polyfenolů

Polyfenolické látky mají na lidský organismus řadu pozitivních účinků. Polyfenolické látky se chovají jako antimutageny a antioxidanty. Dále jsou schopné vytvářet chelátové komplexy s kationy kovů, působí protizánětlivě, mnohé působí proti virům a povzbuzují detoxikační enzymový systém [1]. Epidemiologická data upozorňují na korelaci mezi množstvím flavonoidů v potravě a snížením rizika kardiovaskulárních onemocnění, v některých klinických studiích až o více než 50 %. Nižší pravděpodobnost nádorových onemocnění u osob, které konzumují více potravin bohatých na polyfenoly, není tak zřejmá a akceptovaná u odborné veřejnosti, jako je tomu u kardiovaskulárních onemocnění. Přesto i v tomto případě některé studie naznačují, že příjem potravin obsahující určité polyfenoly, může chránit organismus před některými formami rakoviny, především rakoviny plic, trávicího traktu a rakoviny prsu u žen a rakoviny prostaty u mužů [38].

Polyfenolické látky ve víně snižují agregaci krevních destiček (agregaci inhibuje i červené víno, z kterého byl odstraněn alkohol) a jejich přilnavost na endotel. Nezávisle na obsahu alkoholu ve víně zvyšují obsah HDL (high density lipoproteins – lipoproteiny s vysokou hustotou) a chrání cholesterol v LDL před oxidací, čímž snižují významným způsobem riziko srdečních příhod [1]. Polyfenolické látky obsažené ve víně jsou přirozeným zdrojem antioxidantů pro lidský organismus [37]. Polyfenoly, z nichž největší podíl patří flavonoidům (např. flavonoly, flavan-3-oly, antokyany), vážou volné radikály účinněji než např. vitaminy C a E [1].

Je ale velmi těžké zjistit, které polyfenolické látky mají prospěšný vliv na lidské zdraví. Antioxidační účinky jednotlivých polyfenolických látek nemusí mít stejný efekt, kterého je docíleno synergickým působením různých polyfenolických sloučenin, jak je tomu například u červeného vína [37].

Málo je také známo o tom, zda a v jakém množství jsou rostlinné polyfenoly resorbovány z trávicího traktu člověka, jaké je rozpětí koncentrací v krevní plazmě, jak jsou

metabolizovány a vylučovány z organismu. Rovněž znalosti o jejich množství v potravinách nejsou zdaleka kompletní [38].

3.2 Příjem polyfenolů

Rostlinné polyfenoly jsou nejrozšířenějšími sloučeninami s redukčními účinky v naší stravě. Jejich denní příjem byl odhadnut na 1 g a je tedy výrazně vyšší, než je příjem antioxidantních vitaminů, jako jsou tokoferoly, karoteny nebo askorbová kyselina. Obsah polyfenolů v některých běžně konzumovaných potravinách je uveden v Tab. 3. Hlavními zdroji polyfenolů jsou především nápoje (víno, káva, čaj) a ovoce. Na celkovém příjmu polyfenolů se flavonoidy podílí asi ze dvou třetin, fenolové kyseliny přibližně jednou třetinou a ostatní polyfenoly (např. lignany a stilbeny) tvoří minoritní podíl [38].

Tab. 3. Orientační obsah polyfenolů ve 100 g resp. 100 ml
některých potravin a nápojů [38]

Potravina	Obsah polyfenolů	Hlavní polyfenoly
Brambory	15 mg	chlorogenová kyselina
Rajčata	10 mg	fenolové kyseliny
Jablka	120 mg	proantokyanidiny
Višně	560 mg	antokyany
Pšeničná mouka	75 mg	ferulová kyselina
Hořká čokoláda	500 mg	proantokyanidiny
Červené víno	100 mg	proantokyanidiny
Káva	75 mg	chlorogenová kyselina
Černý čaj	70 mg	katechiny

3.3 Rozdělení polyfenolických látek

Z dostupné literatury vyplývá, že jednotné rozdělení tak rozmanité skupiny látek, jako polyfenoly bezesporu jsou, je velmi obtížné. Různé literární zdroje se v tomto rozdělení liší [34, 36, 38]. Ze zahraniční literatury je v příloze P I uvedeno rozdělení polyfenolických látek dle Handique a Baruah [33].

Pro účely bakalářské práce bylo vybráno rozdělení dle Trny a Táborské, kteří rozdělují polyfenolické látky přijímané ve výživě člověka na:

- flavonoidy
- fenolické kyseliny
- stilbeny a lignany [36]

3.3.1 Flavonoidy

Flavonoidy tvoří velmi početnou a pestrou skupinu přírodních polyfenolických látek výhradně rostlinného původu, obsažených v různých částech vyšších rostlin, zejména v listech, květech a plodech [40, 41]. Jejich ubikvitární přítomnost v rostlinné říši je známa botanikům a rostlinným fyziologům po dobu několika století, objev jejich chemické identity se datuje do první poloviny 19. století. Flavonoidy upoutávají hlavní pozornost při hledání faktorů, které jsou nositeli zdravotně prospěšných účinků ovoce, zeleniny a réвовých vín, zejména v prevenci srdečně cévních, nádorových a neurodegenerativních nemocí [40].

Flavonoidy vykazují mnoho pozoruhodných a pro člověka zajímavých biologických účinků. V první řadě fungují jako účinné antioxidanty a jsou schopny zachytávat reaktivní radikály. Mohou vytvářet cheláty s dvojjaznými prooxidačně působícími ionty kovů, zejména Fe a Cu. Nezanedbatelné jsou také jejich účinky antibakteriální a virostatické, protizánětlivé a vazodilatační. Antioxidačně působící flavonoidy ochraňují krevní lipidy, zejména frakci LDL, před oxidací a zabraňují tak vzniku aterosklerózy a trombotických onemocnění. Je prokázáno, že dostatečný příjem flavonoidů a ostatních polyfenolů vyváženou stravou je spojen s nižším výskytem onemocnění srdce a cév [40].

Všech flavonoidních látek je dnes známo více než 4000 a stále se v různých rostlinných zdrojích nacházejí nové sloučeniny [43].

Flavonoidy můžeme rozdělit do několika strukturních tříd, v závislosti na oxidačním stavu heterocyklu obsahujícím atom kyslíku. V rostlinách se flavonoidy vyskytují převážně jako β -glykosidy [38]. Sacharidovou složkou je nejčastěji glukóza nebo ramnóza, může to být také glukuronová kyselina, galaktóza nebo jiný sacharid [36]. Nejčastěji je připojen jeden glykosyl, někdy však jsou substituovány dva nebo tři hydroxyly polyfenolu [36, 38]. Aglykon nebo sacharidová složka může být dále substituována hydroxykyselinou, např. kyselinou jablečnou nebo galovou [38].

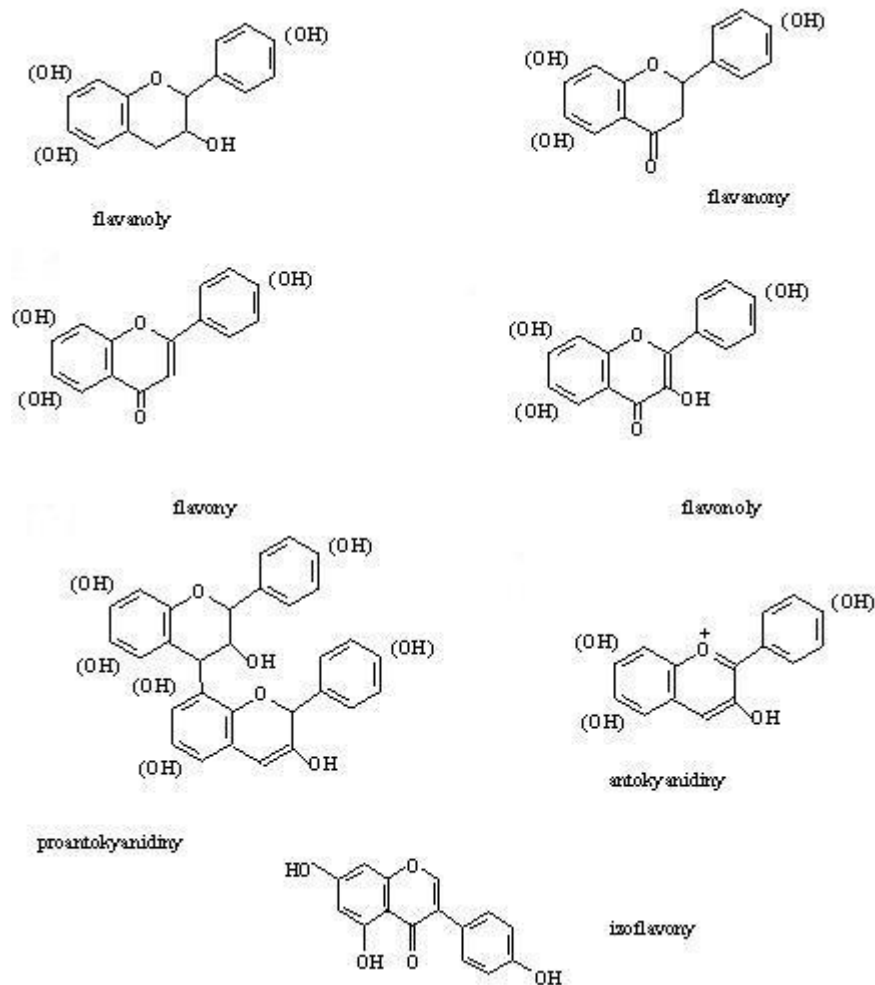
Mezi hlavní skupiny flavonoidů patří flavanoly, flavanony, flavony, flavonoly, proantokyanidiny, antokyanidiny a izoflavony. (viz. Obr. 4) [36].

Nejběžnější flavonoidy obsažené ve víně jsou flavonoly, katechiny a v červeném víně navíc antokyany. V červených vínech tvoří obsah flavonoidů více než 85 % celkového obsahu polyfenolů, což odpovídá koncentraci větší než 1 g.l^{-1} . V bílých vínech představují flavonoidy necelých 20 % celkového obsahu polyfenolických látek, tj. méně než 50 mg.l^{-1} . 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 [43].

Množství flavonoidů vyextrahovaných během výroby vína je ovlivněno mnoha faktory. Mezi nejdůležitější patří teplota, účinnost kvasinek, doba rmutování, koncentrace etanolu, množství pektolytických enzymů a jiné [43].

3.3.1.1 *Flavonoly*

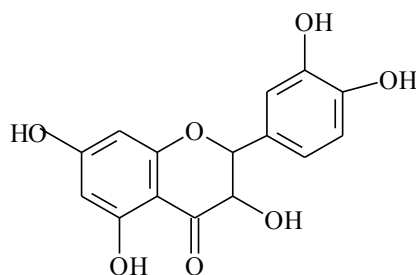
V hroznech jsou přítomny tři důležité flavonoly – kvercetin, myricetin a kemferol. Molekuly těchto sloučenin se nacházejí v glykosidické formě. Rozlišují se substitucí postranního jádra. Všechny tyto tři pigmenty se nacházejí v hroznech modrých odrůd, zatímco u bílých odrůd se vyskytuje pouze kvercetin a kemferol. V menších množstvích se v hroznech nachází jako flavanonoly (např. dihydrokvercetin, nebo-li taxifolin), které jsou ale ve srovnání s flavonoly bledší [44]. Dominantním flavonoidem ve výživě člověka je flavonol kvercetin.



Obr. 4. Skupiny flavonoidů [36]

Kvercetin

Struktura kvercetinu je podobná struktuře flavonu, ale na některých uhlících jsou navázány hydroxylové skupiny (viz. Obr. 5). Kvercetin je jedním z nejsilnějších biologicky aktivních látek flavonolu. Zabraňuje poškození buněčné DNA a působení enzymů, které podněcují růst nádorů. Kvercetin působí i proti zánětům, bakteriálním, myotickým a virovým infekcím. Kvercetin také usnadňuje absorpci a udržení hladiny vitamínu C, zvyšuje pevnost kapilár a reguluje jejich prostupnost. Proti trombóze působí tím, že pomáhá bránit vzniku krevní sraženiny [45].



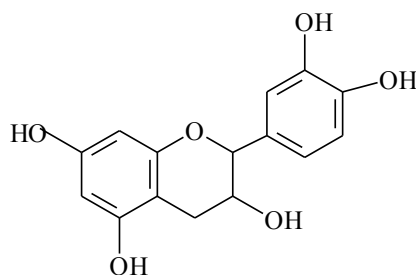
Obr. 5. Kvercetin [38]

Jeho antioxidační schopnosti jsou díky jeho chemické struktuře mimořádné a je účinnějším antioxidantem než vitamíny C a E. Na druhé straně je nutno říci, že některé flavonoidy, a mezi nimi i kvercetin, vykazují nejen antioxidační aktivitu, ale v některých případech i aktivitu prooxidační. Podle nejnovějších výzkumů se zdá, že alkylace hydroxyskupiny v poloze 7 zvyšuje záchyt radikálů a naopak kvercetin a jeho deriváty s volnými hydroxyskupinami mající v části molekuly strukturu pyrokatechinolu a navíc s volnou hydroxyskupinou v poloze 3 mohou za určitých okolností vykazovat prooxidační aktivitu [41].

Kvercetin se nachází v běžně přijímaných potravinách jako cibule, jablka, kapusta, červené víno ($4 - 6 \text{ mg.l}^{-1}$), zelený a černý čaj. V těchto zdrojích se nachází jednak ve formě volné, jednak vázán s cukernými jednotkami, např. jako kvercetin-3-O-glukosid, kvercetin-4'-O-glukosid, kvercetin-3-O-ramnosid. Rutin (kvercetin-3-O-ramnoglukosid) je součástí léků používaných jako venofarmaka. Snižuje permeabilitu a fragilitu kapilár [36]. Flavonoly se vyskytují v ovoci, zelenině i v nápojích, avšak v poměrně malém množství. Jejich denní příjem byl odhadnut pouze na 20 mg. Přesto patří, především kvercetin a jeho deriváty, jako je rutin, k nejčastěji studovaným flavonoidům. Je to dáno jejich komerční dostupností a významnou biologickou aktivitou [38].

3.3.1.2 Flavanoly

Hlavními flavanoly jsou katechiny. Patří k nim např. katechin (viz. Obr. 6), epikatechin, epigallokatechin a jejich estery s kyselinou galovou [36]. Ve víně se vyskytují v množství 270 mg.l^{-1} .



Obr. 6. Katechin [38]

Katechiny

Katechiny jsou deriváty flavanu. Jejich základní složkou je 3-flavanol. Přítomnost několika asymetrických center v jejich molekule je příčinou velkého počtu izomerů, které se vyskytují v přirozených materiálech. Nejrozšířenější jsou však (+)-katechin a (-)-epikatechin. Oba tyto katechiny se vyskytují v rostlinných materiálech většinou společně, i když v některých případech v různých koncentracích a v různých poměrech [28].

V plodech révy vinné a tím pádem i ve víně jsou katechiny (flavan-3-oly) hlavními zástupci polyfenolických látek. Kromě vína se katechiny vyskytují ve vyšších množstvích v čaji (především zeleném), švestkách, jablecích a drobném bobulovém ovoci. Nejlépe prostudované jsou katechiny v révě a zeleném čaji [46].

Flavanoly katechin a epikatechin se nacházejí v zrníčkách hroznů. Čím více je zrníček na kilogram hroznů, tím větší obsah flavanolů můžeme v červeném víně očekávat. Odrůdy hroznů s malými plody dodávají červenému vínu více polyfenolů [46].

Účinek katechinů vína na organismus člověka je různorodý. Jsou to látky rozpustné ve vodě, mají však i částečně nepolární charakter a pronikají lipidovými vrstvami membrán. Po chemické stránce mají redukční a antioxidační vlastnosti, což je schopnost zneškodňovat volné radikály [36].

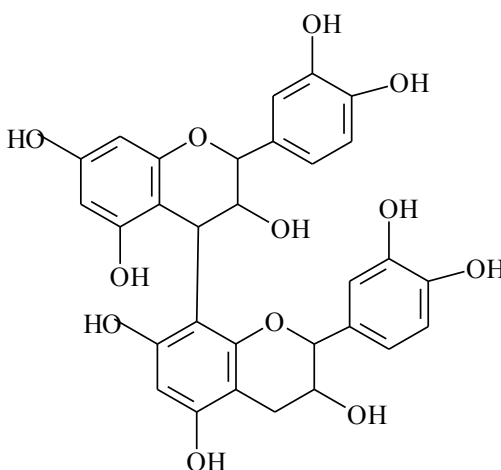
Novější výzkumy odhalují schopnost katechinů omezovat agregaci trombocytů (shlukování krevních destiček), čímž snižují riziko vzniku krevní sraženiny uvnitř cévy vedoucí k náhlé příhodě cévní (infarkt myokardu, mozková mrtvice). Obecně jde o inhibici enzymů odpovědných za metabolismus prostaglandinů a leukotrienů, tedy látek stupňujících

zánětlivé procesy v organismu. Další výzkumy ukazují vliv katechinů na růst a dělení nádorových buněk. Mechanismus tohoto účinku se intenzivně zkoumá [36, 46].

3.3.1.3 Proantokyanidiny

Proantokyanidiny neboli kondenzované taniny jsou polymerní flavanoly, které jsou zodpovědné za hořkost a tříslovitost hroznů a vín [36, 47]. Jsou přítomny v rostlinách jako komplexní směsi polymerů s průměrným stupněm polymerace 4 – 11. Vyskytují se také vázány esterově s kyselinou galovou nebo ve formě dvojitě spojených dimerů. Jejich struktura je poměrně složitá (viz. Obr. 7), ale přesto v poslední době dochází ve výzkumu těchto látek k strmému rozvoji, v souvislosti se zdokonalováním separačních a identifikačních metod. Vykazují adstringentní účinky a výskytem jsou obvykle asociovány s flavanolovými katechiny. Běžným zdrojem jsou jablka, hrušky, hrozny, červené víno, čaj, čokoláda a kakao [36].

Zatímco monomery (katechin, epikatechin, apod.) poskytují vínům hořkost, tak proantokyanidiny jsou hlavně zodpovědné za tříslovitost (adstringenci) vín [47].



Obr. 7. Proantokyanidin A [36]

3.3.1.4 Antokyanidiny

Antokyanidiny jsou aglykony antokyaninů (antokyanů), které patří mezi nejdůležitější barviva modrých odrůd hroznů. Kromě aglykonu (tj. antokyanidinu) obsahují antokyaniny ještě cukernou jednotku. Nejčastěji se v hroznech vyskytují ve formě monoglykosidů. Až 70 % antokyanů tvoří malvidin. Antokyaniny jsou ve vodě rozpustná barviva, jejich barevnost se pohybuje ve škále červených odstínů od karmínové až k modrofialové a purpurové (v závislosti na pH prostředí) [21, 48]. Jejich další významnou vlastností je, že mají schopnost inaktivovat kyslíkové radikály a chelátovat ionty kovů. Proto mohou hrát významnou roli v prevenci před různými degenerativními onemocněními zapříčiněných oxidativním stresem [22]. Tyto antokyanové pigmenty doprovází řada dalších antokyanů a jejich esterů s fenolovými kyselinami (bylo prokázáno 16 pigmentů), fenolových kyselin, tanninů, flavanolů, flavonolů, flavanonolů aj. [42]. V přírodě bylo identifikováno přes 300 strukturálně zřetelných antokyanů [49].

3.3.1.5 Další flavonoidy

Mezi skupinu flavonoidů patří dále flavony, flavanony a izoflavony.

Struktura flavonu je nejjednodušší ze všech flavonoidů, jelikož neobsahuje žádné postranní hydroxylové skupiny. V posledních letech vědecký i veřejný zájem o flavony enormně vzrostl díky jejich prospěšnému účinku proti ateroskleróze, osteoporóze, cukrovce a některým druhům karcinogenních onemocnění [45].

Struktura flavanonu je podobná flavonu, ale na některých uhlících jsou napojeny různé skupiny [45]. Flavanony jsou také nazývány „citrusové“ flavonoidy. Jsou to látky typicky se vyskytující v pomerančích a grapefruitech. K hlavním flavanonům se řadí naringenin, hesperetin a jejich glykosidy [36].

Zvláštní skupinu flavonoidů tvoří izoflavony. Patří k nim především daidzein a genistein. Nachází se hlavně v luštěninách, vydatným zdrojem je sója a veškeré produkty z ní [36]. Izoflavony jsou strukturně podobné ženskému pohlavnímu hormonu estrogeneru. Vzhledem k této podobné struktuře mohou zasahovat do činnosti estrogeneru, např. vázat se na stejné estrogenerové receptory na buňkách a tím regulovat množství estrogeneru a snižovat příznaky menopauzy. Tyto polyfenolické látky mají antioxidační účinky, které zastavují růst

rakovinných buněk prostřednictvím inhibice replikace DNA a snížením aktivity různých enzymů. Dále pomáhají v boji proti osteoporóze [45].

3.3.2 Fenolické kyseliny

Deriváty kyseliny benzoové a skořicové, tzv. fenolické kyseliny, patří do skupiny polyfenolických látek s uhlíkatou strukturou C_6-C_1 (benzoová kyselina a její deriváty) a C_6-C_3 (skořicová kyselina a její deriváty). Fenolické kyseliny jsou prekurzory řady jednoduchých fenolů, fenolických aldehydů a dalších látek, které z nich vznikají činností mikroorganismů nebo při termických procesech (např. toastováním dubového dřeva). Jedním z produktů pyrolýzy fenolických kyselin na vzduchu při 200 °C je vanilin, dávající barikovému vínu vanilkové aroma [50]. Z biologických účinků derivátů kyseliny skořicové je nejznámější protinádorová aktivita [51].

Polyfenoly jsou v hroznech révy vinné přítomny v celkovém obsahu 0,1 – 2,5 g.l⁻¹. Jednoduché fenolické látky se při jejich zpracování váží na cukr a uvolňují se teprve během kvašení a skladování. Z fenolických kyselin hroznové mošty obsahují kyselinu p-hydroxybenzoovou, vanilovou, galovou, syringovou, salicylovou, p-kumarovou, kávovou a ferulovou. Vyskytují se volné, ale i vázané v různých sloučeninách, zejména s antokyany, katechiny a s kyselinou vinnou. Obsah fenolkarboxylových kyselin je v červených moštích vyšší než v bílých. Průměrně se jejich obsah pohybuje v rozpětí 30 – 100 mg.l⁻¹, pro bílá vína pouze 1 – 15 mg.l⁻¹. Obsah jednotlivých fenolických látek ve víně je zobrazen v Tab. 4. [50].

Tab. 4. Obsah fenolických látek ve víně [50]

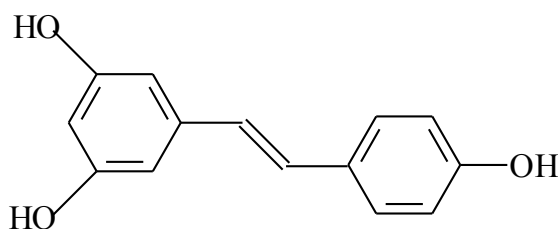
Fenolické látky	Červená vína	Bílá vína
Kemferol, kvercetin, myricetin	15 mg.l ⁻¹	stopy
Deriváty kyseliny benzoové	50 – 100 mg.l ⁻¹	1 – 5 mg.l ⁻¹
Deriváty kyseliny skořicové	50 – 100 mg.l ⁻¹	1 – 5 mg.l ⁻¹
Malvidin, delfinidin, kyanidin	20 – 500 mg.l ⁻¹	0 mg.l ⁻¹
Taniny	1500 – 5000 mg.l ⁻¹	0 – 100 mg.l ⁻¹
Deriváty flavan-3-olu: katechiny	50 – 100 mg.l ⁻¹	0 mg.l ⁻¹
Deriváty flavan-3,4-diolu: prokyanidiny	stopy	0 mg.l ⁻¹

3.3.3 Stilbeny a lignany

Studie o zdravotních účincích flavonoidů přinesly i nový pohled na víno. Jméno profesora Renauda ve spojení s „francouzským paradoxem“ vešlo ve známost více než před deseti lety. Od 80. let minulého století se studiem polyfenolických látek, zvláště stilbenů, zabývalo mnoho zahraničních i tuzemských pracovišť. Fenolické látky tvoří ve víně velkou a komplexní skupinu sloučenin, které jsou odpovědné za barvu a do určité míry i za kvalitu vína [52].

Přírozně se vyskytující stilbeny jsou substituované sloučeniny s dvěma benzenovými kruhy spojenými alifatickým dvouuhlíkatým řetězcem se strukturou C₆-C₂-C₆. Stejně jako flavonoidy se také deriváty stilbeny vyskytují jako volné sloučeniny nebo jako glykosidy. Jako přírodní barviva rostlin nemají stilbeny prakticky žádný význam, ale řada sloučenin vykazuje významné biologické vlastnosti, uplatňující se jak např. antimikrobiální látky. Některé stilbeny se proto řadí mezi fytoalexiny [42].

Nejvíce studovanou sloučeninou z této skupiny je resveratrol (viz. Obr. 8), a to jak *cis*, tak *trans* izomer [36].



Obr. 8. Resveratrol [36]

Resveratrol

Resveratrol (3,5,4'- trihydroxystilben) se nachází v celé řadě rostlin. Lze jej zařadit mezi fytoalexiny, sekundární metabolity rostlin, které se tvoří v rostlině jako odpověď na stresové situace [53]. Příkladem takové situace je napadení hroznů plísní *Botrytis cinerea* či *Plasmopara viticola*, kdy se vytvoří bariéra resveratrolu v okolí napadeného místa. U hroznů révy vinné se resveratrol tvoří ve slupkách a stresem se jeho obsah zvyšuje [52]. Resveratrol existuje v *cis* a *trans* formě, přičemž *trans* forma je biologicky aktivnější. Resveratrol byl nalezen ve více než 70 rostlinných druzích, řada z nich se uplatňuje ve výživě člověka [53].

Červené víno v lidské výživě představuje hlavní zdroj polyfenolických sloučenin. 2 dl vína jich obsahují přibližně 600 µg. Průměrný příjem resveratrolu z běžných potravin denně je asi 200 – 600 µg. Předpokládá se, že mírná konzumace červeného vína snižuje úmrtnost na koronární onemocnění a působí pozitivně při léčení Alzheimerovy choroby [39].

Komplexnější poznatky o resveratrolu byly získány v osmdesátých letech minulého století, kdy přístrojové vybavení (zejména HPLC) umožnilo sledování jeho výskytu a koncentrace ve vinné révě, *Vitis vinifera L.* Následně byly zkoumány biologické vlastnosti resveratrolu a v řadě studií bylo prokázáno, že resveratrol, jakožto polyfenol přírodního původu, je biologicky aktivní, má výrazné antioxidační vlastnosti a pohlcuje volné radikály. Obecně platí, že rostlinné polyfenoly, jako sloučeniny s antioxidačními vlastnostmi, inhibují zhoubné nádorové bujení. Resveratrol je patrně jednou z hlavních složek rostlinných extraktů, které jsou využívány v orientální medicíně k léčení srdečních a nádorových onemocnění [39].

V roce 1997 přišel B. Gehm z Lékařské fakulty Severovýchodní univerzity v Chicagu se zajímavým vysvětlením protirakovinného působení resveratrolu. Všiml si, že struktura resveratrolu nápadně připomíná diethylstilbestrol – syntetický hormon estrogen, který se používá mimo jiné při studiu rakovinného procesu. Laboratorní testy potvrdily, že syntetický estrogen zvyšuje aktivitu rakovinotvorného enzymu COX-1, zatímco resveratrol ji brzdí [54].

Pro antioxidační, protizánětlivé, antimutagenní aj. vlastnosti resveratrolu jsou jeho účinky využívány v různých doplňcích lidské výživy, v kosmetických a léčebných přípravcích [52].

ZÁVĚR

Červené víno je bohatým zdrojem flavonoidů a ostatních polyfenolických látek a jejich obsah závisí na odrůdě révy, podmínkách pěstování a technologii výroby vína. V červeném víně se vyskytují zejména antokyany vytvářející typickou barvu vína, katechiny, kvercetin ve volné a glykosidicky vázané formě a příbuzný derivát stilbenu resveratrol.

Právě tyto látky jsou z hlediska svých antioxidačních schopností hodnoceny jako nejcennější. Výživa, která je bohatá na přírodní antioxidanty, působí příznivě při prevenci tzv. civilizačních chorob, jako jsou např. onemocnění srdce a cév. Ta jsou jednou z nejčastějších příčin úmrtí. Umírněná konzumace vína, zejména červeného, je spojována s poklesem výskytu kardiovaskulárních onemocnění. Je zřejmé, že za tento efekt je odpovědný souhrn polyfenolických látek obsažených ve víně.

Po prostudování dostupné literatury mohu konstatovat, že červené víno je z hlediska prevence kardiovaskulárních a nádorových onemocnění vhodnější než víno bílé, jelikož je v něm obsaženo více polyfenolických látek, které příznivě působí na náš organizmus.

I když se ukázalo, že pití malého množství vína je jednoznačně prospěšné, nesmíme zapomínat na to, že alkohol je buněčný jed a návyková látka a že se musíme vyvarovat konzumace většího množství alkoholu, nebo jednorázového pití, místo pravidelného každodenního pití malého množství vína.

Čím jiným zakončit tuto práci než citátem ze Starého zákona:

„Pijte víno, ale s mírou.

Užívejte je, ale nezneužívejte je.

Bud'te moudří, ale zůstaňte střízliví.“

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FAITOVÁ, K. a kol. Obsah celkových polyfenolických látek ve vybraných vzorcích vín z ČR. *Vinařský obzor*, 2004, 9, s. 420 – 421
- [2] ŠAMÁNEK, M., URBANOVÁ, Z. *Pít či nepít? Pití vína a srdeční infarkt*. Praha: Radix, 2003. 68 s. ISBN 80-86031-46-2
- [3] RICHTER, J. *Léčení vínem – Dobré víno náš nejlepší lék*. Bratislava: Eko-konzult, 2002. 168 s. ISBN 80-89044-35-2
- [4] ANONYM. *Tradiční výroba réвовého vína* [online]. [cit. 2010-16-2]. Dostupné na WWW:
<<http://www.sci.muni.cz/mikrob/kvasbiotech/vinkvas/tradvyvina/tradvyrvina.html>>
- [5] ANONYM. *Vinařství a výroba nealko nápojů* [online]. [cit. 2010-16-2]. Dostupné na WWW:
<<http://www.vscht.cz/kch/kestazeni/sylaby/vinarstvi.pdf>>
- [6] KRAUS, V. a kol. *Encyklopedie českého a moravského vína 2. díl*. Praha: Mystica, 2008. 311 s. ISBN 978-80-86-767-09-3
- [7] PAVLOUŠEK, P. *Výroba vína u malovinařů*. Praha: Grada Publishing, 2006. 96 s. ISBN 80-247-1247-4
- [8] KRAUS, V., HUBÁČEK, V., ACKERMANN, P. *Rukověť vinaře*. Praha: Nakladatelství Brázda, 2000. 262 s. ISBN 80-209-0286-4
- [9] ROP, O., HRABĚ, J. *Nealkoholické a alkoholické nápoje*. Zlín: UTB, 2009. 129 s. ISBN 978-80-7318-478-4
- [10] KOHOUT, F. *O víně*. Praha: Merkur, 1982. 219 s. ISBN 51-387-82
- [11] KRAUS, V. a kol. *Encyklopedie českého a moravského vína 1. díl*. Praha: Mystica, 2007. 306 s. ISBN 80-86-67-00-0
- [12] DUDAŠ, F., a kol. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. Praha, 1981. 89 s.
- [13] FIALKOVÁ, B. *Enologie a odborná degustace*. Praha: 2007. 140 s. ISBN 978-80-86-578-70-5
- [14] PÁTEK, J. *Zrození vína*. Brno: CP books, 1998. 248 s. ISBN 80-7242-039-9

- [15] KVASNIČKOVÁ, A. *Stabilizace vína* [online]. [cit. 2010-25-4]. Dostupné na WWW:
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&ids=421&typ=1&val=13572>>
- [16] DOLEŽAL, V. *Víno a zdraví* [online]. [cit. 2010-13-3]. Dostupné na WWW:
<http://www.gastro-server.com/jpz/pagepiti/vino_a_zdravi.php>
- [17] KUTTELVAŠER, Z. *Abeceda vína*. Brno: Radix, 2003. 279 s. ISBN 80-8631-43-8
- [18] ANONYM. *Víno jako lék – látkové složení vína* [online]. [cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW:
<http://www.vinoazdravi.cz/index.php?soubor=latkove_slozeni_vina>
- [19] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství*. Valtice: Národní salon vín, 2002. 307 s. ISBN 80-903201-0-4
- [20] BALÍK, J. Kyselina vinná a její formy. *Vinařský obzor*, 2006, 4, s. 123
- [21] STÁVEK, J. *Antokyany – červená nebo modrofialová?* [online]. [cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW:
<<http://www.enolog.cz/antokyany-cervena-nebo-modrofialova>>
- [22] ŠULC, M., LACHMAN, J., PIVEC V. *Obsah antokyanů v hroznech českého vinařského regionu* [online]. [cit. 2010-16-2]. Dostupné na WWW:
<<http://www.af.czu.cz/en/?r=2380&dep=39&part=7&pub=1149150704&wp=katedry publikace.info>>
- [23] ANONYM. *Fruktoza, glukóza* [online]. [cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW:
<<http://www.chemia.dami.pl/liceum/liceum14/organiczna11.htm>>
- [24] ANONYM. *Kyselina vinná, jablečná* [online]. [cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW:
<<http://vydavatelstvi.vscht.cz/echo>>
- [25] LAHO, L., MINÁRIK, E., NAVARA, A. *Vinárstvo, chémia, mikrobiológia a analytika vína*. Bratislava: Příroda, 1970. 426 s.
- [26] SALFELLNER, H. *Víno a medicína*. Praha: Vitalis, 1992. 192 s. ISBN 80-901370-0-84
- [27] HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*. Praha: Grada, 2004. 232 s. ISBN 80-247-0373-4

- [28] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. Praha: SNTL, 1983. 629 s.
- [29] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. Tábor: Osis, 2002. 320 s. ISBN 80-866-59-01-1
- [30] MINÁRIK, E., NAVARA, A. *Chémia a mikrobiológia vína*. Bratislava: Príroda, 1986. 426 s.
- [31] ANONYM. *Minerální podstata vín* [online].[cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW: <<http://www.wineofczechrepublic.cz/r-3-2-2-6-mineralni-podstata-vin-cz.html>>
- [32] ZLOCH, Z. Zdravotní efekt polyfenolů z hlediska jejich příjmu a využitelnosti. *Vojenské Zdravotnické Listy*, 2003, 5, s. 226 – 229
- [33] HANDIQUE, J.G., BARUAH, J.B. Polyphenols compounds. *Reactive and Functional Polymers*, 2002, 52, s. 163 – 188
- [34] LACHMAN, J., PIVEC, V., ORSÁK, M. *Polyphenols compounds - antioxidants influencing biological quality of seed* [online].[cit. 2010-11-4]. Dostupné na WWW: <<http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=111118&iSub=566&PHPSESSID=a3>>
- [35] ZIMMERMAN, M. *Barevná dieta*. Praha: Triton, 2004. 270 s. ISBN 80-7254-456-X
- [36] TRNA, J., TÁBORSKÁ, E. *Přírodní polyfenolické antioxidanty* [online].[cit. 2010-11-4]. Dostupné na WWW: <<http://www.med.muni.cz/biochem/seminare/prirantiox.rtf>>
- [37] FAITOVÁ, K. a kol. *Kolísání obsahu celkových polyfenolických látek a resveratrolu v lahvích tramínu stejné šarže* [online]. [cit. 2010-25-2]. Dostupné na WWW: <http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/p/P_20AC.doc>
- [38] SLANINA, J., TÁBORSKÁ, E. Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy*, 2004, 9, s. 239 – 245
- [39] ŠMIDRKAL, J. a kol. Resveratrol. *Chemické listy*, 2001, 95, s. 602 – 609
- [40] ZLOCH, Z. *Krátká historie bioflavonoidů* [online].[cit. 2010-16-2]. Dostupné na WWW: <http://www.vitamins.cz/archiv/2003/doc/l/L_08AC.doc>
- [41] DADÁKOVÁ, E. a kol. Stanovení volného a celkového kvercetinu v moravských červených vínech. *Chemické listy*, 2003, 97, s. 558 – 561

- [42] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 3*. Tábor: Osis, 2002. 368 s. ISBN 80-866-59-02-X
- [43] 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, 11, s. 287 – 313
- [44] 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
- [45] ŘIHOŠKOVÁ, J. *Biochemické aspekty konzumace čokolády*. Bakalářská práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. 35 s.
- [46] KUMŠTA, M. Víno jako zdroj biologicky hodnotných fenolických látek – katechinů [online]. [cit. 2010-16-2]. Dostupné na WWW: <<http://www.znovin.cz/article.asp?nDepartmentID=162&nArticleID=447&nLanguageID=1>>
- [47] FUJITA, A. et.al. Anthocyanidin Reductase Gene Expression and Accumulation of Flavan-3-ols in Grape Berry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2005, 56, 4. s. 336 – 337
- [48] ANONYM. *Malvidin* [online]. [cit. 2010-03-4]. Dostupné na WWW: <<http://www.phytochemicals.info/phytochemicals/malvidin.php>>
- [49] KYZLINK, V. *Skladování a zpracování zahradnických plodin*. Praha: Skriptum, 1968. 217 s.
- [50] MIKEŠ, O. Sledování změn obsahu fenolických kyselin v průběhu barikování vín. *Vinařský obzor*, 2004, 3, s. 127
- [51] ONDREJOVIČ, M. Polyfenoly Jablk. *Chemické listy*, 2004, 103, s. 394 – 400
- [52] KYSELÁKOVÁ, M. Resveratrol v červených vínech. *Vinařský obzor*, 2003, 7 - 8, s. 357
- [53] FREMONT, L. Biological effects of resveratrol. *Life Science*, 2000, 66, 8. s. 663 – 673
- [54] HAVEL, J., PAZOUREK J. Je víno zdravé? Resveratrol ano. *Vesmír*, 2001, 80, s. 372 - 373

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ACP	acyl carrier protein
CoA	koenzym A
DNA	deoxyribonukleová kyselina
FAD	flavinadenindinukleotid
FMN	flavinmononukleotid
HDL	high density lipoprotein, lipoproteiny s vysokou hustotou
HPLC	vysokoučinná kapalinová chromatografie
LDL	low density lipoprotein, lipoproteiny s nízkou hustotou
NAD ⁺	nikotinamidadenindinukleotid
NADP ⁺	nikotinamidadenindinukleotidfosfát
PVPP	polyvinylpolypyrrolidon

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. a) α -D-fruktóza, b) α -D-glukóza.....	19
Obr. 2. Sacharóza.....	20
Obr. 3. a) kyselina vinná, b) kyselina jablečná	21
Obr. 4. Skupiny flavonoidů.....	31
Obr. 5. Kvercetin.....	32
Obr. 6. Katechin.....	33
Obr. 7. Proantokyanidin A	34
Obr. 8. Resveratrol.....	38

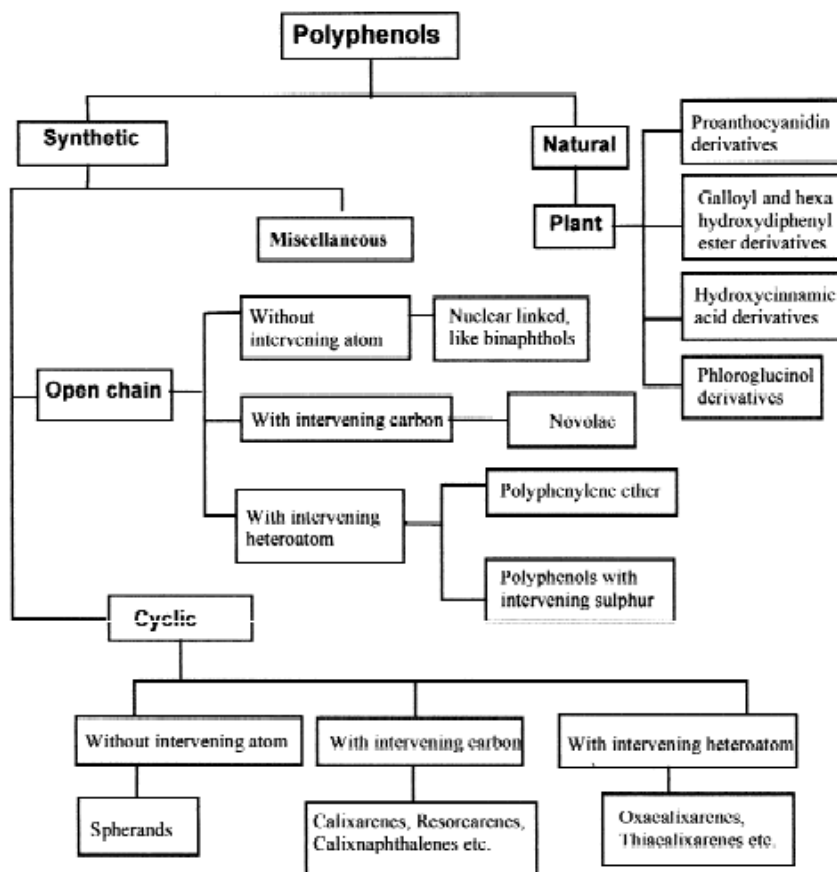
SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Obsah nejdůležitějších látek ve víně (v g.l ⁻¹).....	17
Tab. 2. Charakteristické vůně esteru.....	22
Tab. 3. Orientační obsah polyfenolů ve 100 g resp. 100 ml	28
Tab. 4. Obsah fenolických látek ve víně.....	37

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Rozdělení polyfenolických látek [33]

PŘÍLOHA P I: ROZDĚLENÍ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK [33]



Scheme 2.