

Polyfenolické látky vznikající při zrání vína a jejich vliv na lidské zdraví

Šárka Kuncová

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Šárka KUNCOVÁ**
Osobní číslo: **T10200**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Polyfenolické látky vznikající při zrání vína a jejich vliv na lidské zdraví**

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika a rozdělení polyfenolických látek.
2. Reakce polyfenolických látek v průběhu fermentace a zrání vína.
3. Zdraví prospěšné látky obsažené ve víně.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. STEIDL, R. Sklepní hospodářství, Národní salon vín, Valtice 2002
2. RIBÉREAU-GAYON, P. Handbook of Enology, Ch. John Wiley and Sons, 2000
3. ŠAMÁNEK, M., URBANOVÁ, Z. Víno na zdraví, Agentura Lucie, Praha 2010
4. JONES, F. Víno, Knižní klub, Praha 1998
5. FARKAŠ, J. Technológia a biochémia vína, Alfa, Bratislava 1973

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Stávek, Ph.D.

Němčičky 176, 691 07

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
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 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 užit 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 3.5.2013

Kuncová Šárka

.....

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 nevdělečně 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 těž 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 dílo:

(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 užit 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 práce je zaměřená na vznik a význam polyfenolických látek ve víně. Úvodní část popisuje jejich rozdělení na podskupiny a vyjmenovává důležité zástupce. Další část se zabývá jejich chemickými přeměnami během technologického procesu výroby vína. Závěrečná kapitola pak shrnuje dosavadní poznatky a vědomosti o zdraví prospěšném vlivu polyfenolických látek na lidské tělo a jeho orgánové soustavy s důrazem na specifické účinky při léčbě určitých onemocnění.

Klíčová slova: víno, polyfenolické látky, macerace, antioxidanty

ABSTRACT

This work is focused on the origin and importance of polyphenolic compounds contained in wine. The opening part of this work describes their dividing into subgroups and lists important representatives. The following part deals with their chemical transformation in technological process of making wine. The final part summarizes present results and knowledge about the positive influence of polyphenical compounds on human body and its organ system and emphasizes the specific effect in treatment of some diseases.

Keywords: wine, polyphenolic compounds, macerating, antioxidants

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce Ing. Janu Stávkovi, Ph.D. za poskytnuté rady a materiály, které byly velkým přínosem pro zpracování bakalářské práce. Velké díky patří i mému manželovi a rodině za trpělivost a vytvoření příznivých podmínek nejen pro vznik této práce, ale i po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	9
1 ZDROJ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK	10
1.1 NATIVNÍ POLYFENOLICKÉ LÁTKY VZNIKAJÍCÍ PŘI ZRÁNÍ VÍNA.....	10
1.1.1 Fenolové kyseliny	12
1.1.2 Flavonoly.....	13
1.1.3 Antokyaniny	16
1.1.4 Taniny	17
1.2 EXOGENNÍ POLYFENOLICKÉ LÁTKY VZNIKAJÍCÍ PŘI ZRÁNÍ VÍNA.....	24
2 REAKCE POLYFENOLICKÝCH LÁTEK V PRŮBĚHU FERMENTACE A ZRÁNÍ VÍNA	27
2.1 OXIDACE	27
2.2 KONDENZACE.....	28
2.3 POLYMERACE	30
3 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY POLYFENOLICKÝCH LÁTEK	31
3.1 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY POLYFENOLICKÝCH LÁTEK ROZDĚLENÉ PODLE PŮSOBNÍ	33
3.1.1 Antioxidační působení	33
3.1.2 Protisrážlivé působení	34
3.1.3 Protinádorové působení.....	35
3.1.4 Vliv na hladinu hormonů	36
3.1.5 Vliv na metabolismus cizorodých látek	36
3.1.6 Vliv na imunitní systém	37
3.2 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY POLYFENOLICKÝCH LÁTEK PODLE VYBRANÝCH PODSKUPIN	37
3.2.1 Hydroxyskořicové kyseliny	37
3.2.2 Stilbeny	37
3.2.3 Flavonoly.....	38
3.2.4 Antokyaniny	38
3.2.5 Taniny	39
3.3 SROVNÁNÍ ZDRAVOTNÍHO ÚČINKU ČERVENÝCH A BÍLÝCH VÍN	39
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	50
SEZNAM OBRÁZKŮ	51
SEZNAM TABULEK	52

ÚVOD

První zmínky o pěstování révy vinné jsou známy již několik tisíciletí. Dodnes se neví zcela přesně, kdy a kde se víno začalo pěstovat, ale z dochovaných pramenů je zřejmé, že víno se pěstovalo již v době 10 000 let př.n.l. v oblasti dnešní Gruzie a Arménie. Z počátku víno plnilo úlohu svátečního nápoje nebo bylo využíváno při náboženských obřadech. Později byly objeveny jeho léčebné účinky a bylo tedy využíváno v léčitelství. Je důležité také zmínit, že víno jako alkoholický nápoj způsobuje při nadměrné konzumaci vážné zdravotní problémy a již ve starověku v mnoha místech světa byla jeho konzumace omezována nebo zakazována zákonnými předpisy.

V současné době je zaznamenán zvýšený zájem spotřebitelů o víno a je upřednostňováno před ostatními nápoji. V posledních dvaceti letech bylo publikováno mnoho studií potvrzujících zdravotně prospěšné účinky látek obsažených ve víně a jsou objeveny stále nové a nové. Nejdůležitější roli v těchto pozitivních účincích sehraávají právě polyfenolické látky. Zájem o studium těchto přírodních látek roste, protože jejich příjem v potravě je dáván do souvislosti se snížením výskytu závažných nemocí, jako je např. rakovina a kardiovaskulární choroby.

Nezaměnitelný charakter vína prokazatelně způsobuje množství látek, které se v tomto nápoji nacházejí. Jeho chemické vlastnosti závisí na celé řadě faktorů, jako je např. poloha vinice, péče o půdu, mikro a makro klima, zdravotní stav hroznů při sklizni, technologie výroby apod. Chceme-li pak dosáhnout optimálního stavu všech látek, které jsou ve víně obsaženy, musí o něj být dále správně postaráno. Je nutné o něj pečovat v době jeho vývoje a stále ho kontrolovat.

1 ZDROJ POLYFENOLICKÝCH LÁTEK

Látky fenolické povahy patří mezi základní chemické složky vína a výrazně se podílejí na jeho kvalitativních vlastnostech. Vyskytují se ve velkém množství ovocných plodů, zeleniny a dokonce i v dřevinách. Mají nezastupitelnou úlohu v ochraně proti chorobám, infekcím, před parazity (houbami) nebo slunečním zářením [1, 2].

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. Mnohé odborné studie prováděné po celém světě tyto zdravotně prospěšné účinky potvrzují.

Fenolické látky patří mezi nejdůležitější rostlinné metabolity a jako takové jsou nedílnou součástí potravy lidí a zvířat. Jejich denní příjem byl odhadnut na 1g a toto množství je výrazně větší než celkový příjem jiných antioxidačních látek, jako jsou tokoferoly, karoteny, kyselina askorbová, selen a jiné vitamíny. Důležitými zdroji polyfenolů jsou především nápoje (víno, čaj, káva, pivo, ovocné džusy), čokoláda, ovoce [3]. Jejich koncentrace v potravinách závisí na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitější jsou genetické (druh a odrůda rostliny, stupeň zralosti), makroklimatické a mikroklimatické (teplo, světlo, vláha, živiny, vliv pesticidů, škůdců, infekcí apod.). Mezi fenolické látky patří i významná přírodní barviva (např. chinony, ligniny, xantiny, flavonoidy), látky vonné (např. deriváty hydroxyfenolových kyselin, kumariny) a chuťové (např. kondenzované třísloviny, flavolany) [1].

Polyfenolické látky můžeme z hlediska původu rozlišovat na nativní a exogenní. Nativní rozumíme přirozeně se vyskytující v bobulích hroznů révy vinné, především ve slupkách a peckách. K exogenním látkám řadíme ty, které se do vína dostávají během fermentace a zrání.

1.1 Nativní polyfenolické látky vznikající při zrání vína

Do skupiny polyfenolických látek zahrnujeme především skupinu označenou jako třísloviny a barviva. Obsahuje více jak osm tisíc sloučenin. Svou chemickou molekulární povahou jsou charakterizovány aromatickým jádrem s alespoň jednou hydroxylovou skupinou. Jejich kvalita a množství je u vína závislá na mnoha faktorech: slunečním svitu, odrůdě, stanovišti, způsobu pěstování, vyzrállosti hroznů, sklizni, odzrnění, délce a způsobu macerace rmutu, lisování, školení vína apod. [4].

Základním stavebním kamenem pro syntézu fenolických látek je aminokyselina fenylalanin, respektive tyrosin a přes hydroxyskořicové kyseliny z nich vznikají flavonoidní látky [5].

Pro hodnocení stavu vyzrálosti hroznů révy vinné se velmi často používá pojem tzv. fenolická zralost, která odráží optimální koncentraci flavonoidních látek, jež jsou nutné pro kvalitu vína. Zásadní vliv na obsah fenolických látek v hroznech mají klimatické faktory, stres, plísňe a sluneční záření. Oblasti s vyšším tlakem vzduchu, tzn. nížiny nebo oblasti s vyšším množstvím UV záření, přispívají ke vzniku více volných radikálů, jež ohrožují rostliny, které se pak tvorbou přirozených antioxidantů – fenolů chrání proti těmto nežádoucím látkám [1]. Mnohé studie prokazují, že hrozny biologicky produkované obsahují vyšší podíl polyfenolů (trans-resveratrolu), což je pravděpodobně způsobeno vyšším vlivem stresových faktorů během vegetačního období [2].

Polyfenolické látky jsou podle své povahy, chemických reakcí a vlastností různě děleny. V závislosti na počtu fenolových podjednotek je lze rozdělit na polyfenoly a jednoduché fenoly [4].

Podle typů reakce jsou členěny do pěti skupin:

1. Kyseliny fenolkarboxylové (deriváty kyseliny benzoové a skořicové),
2. flavonoly,
3. flavan-3-oly,
4. flavan-3,4-dioly (proantokyanidy),
5. antokyanidiny [6].

Kyseliny fenolkarboxylové někdy označované i jako neflavonoidy, jsou látky inertní povahy tzn., že během výroby a zrání vína nemění svou strukturu. Ostatní skupiny označované jako flavonoidy jsou látky reaktivní povahy, mají schopnost vázat se s kyslíkem a tím do značné míry mění charakter vína [5].

Jiné dělení na čtyři skupiny popisuje Manach:

1. Fenolové kyseliny,
2. flavonoidy,
3. stilbeny,

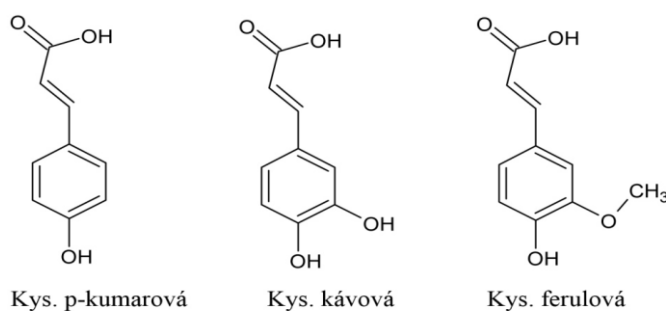
4. ligniny [3].

Podle účinků a chemických vlastností se dělí fenolové látky také na:

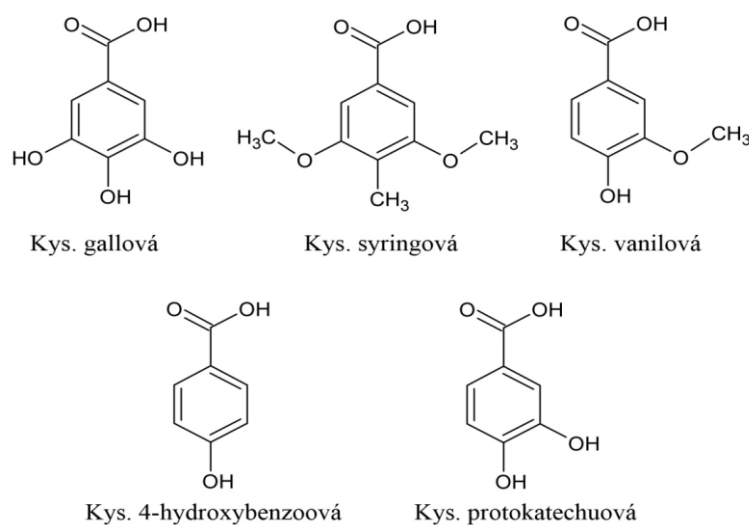
1. Fenolové kyseliny,
2. flavonoly,
3. antokyaniny,
4. taniny neboli třísloviny [5].

1.1.1 Fenolové kyseliny

Do skupiny fenolových kyselin (kyseliny fenolkarboxylové) patří: deriváty kyseliny benzoové (kyselina gallová, swingová, vanilová, protokatechuová, 4-hydroxybenzoová) a deriváty kyseliny skořicové (kys. p-kumarová, kávová, nerulová, chlorogenová, sinapová). Jsou přítomny v hroznech a moštu jako volné nebo vázané s některými antokyaniny a tříslovinami nebo esterifikovány kyselinou vinnou ve starších vínech i etanolem. Vzhledem k poměrně vysoké koncentraci jsou tyto látky spolu s katechiny zodpovědné za podstatnou část antioxidační kapacity vína [7]. Jejich koncentrace je závislá na odrůdě hroznů, v červených vínech jsou obsaženy více než v bílých. V červeném víně bývá 50 – 100 mg/l a v bílém víně 1 – 5 mg/l těchto kyselin [5].



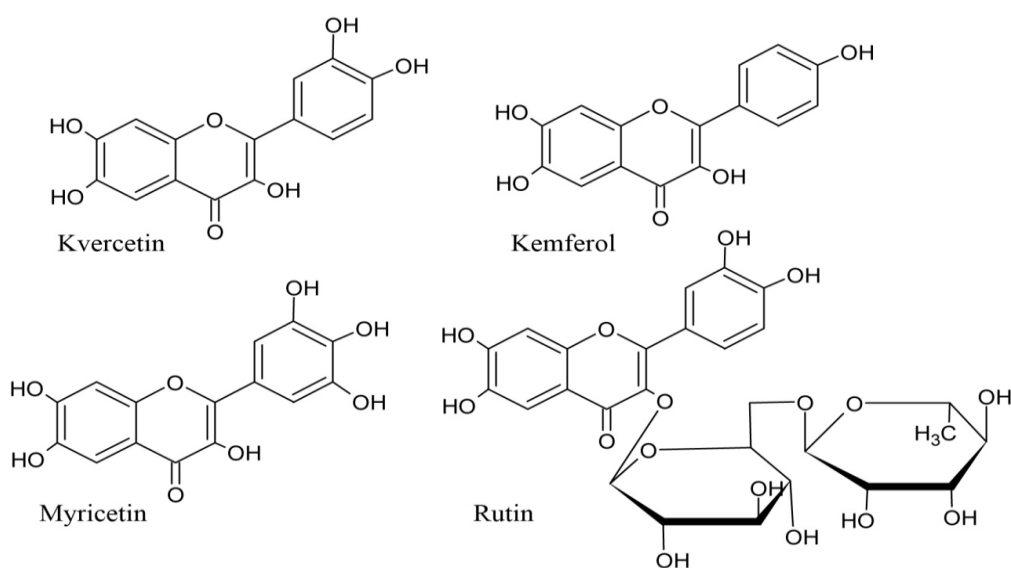
Obr. 1. Strukturální vzorce derivátů kyseliny skořicové [8]



Obr. 2. Strukturální vzorce derivátů kyseliny benzoové [8]

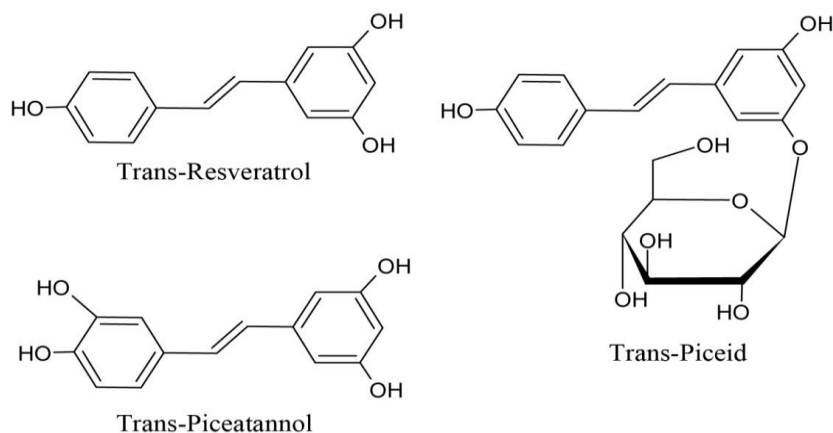
1.1.2 Flavonoly

Mezi nejznámější flavonoly se řadí kvercetin, kemferol a myricetin, které jsou přítomny především v třapínách hroznů. Jejich syntéza v hroznech je stimulována světlem, proto je jejich obsah vyšší na osluněných částech keře révy, především ve slupkách. Jsou značně reaktivní a velmi ovlivňují jímavost kyslíku a tím charakter vína. Během výroby vína jsou hydrolyzovány a zároveň se odštěpuje příslušný monoglukosid [6].



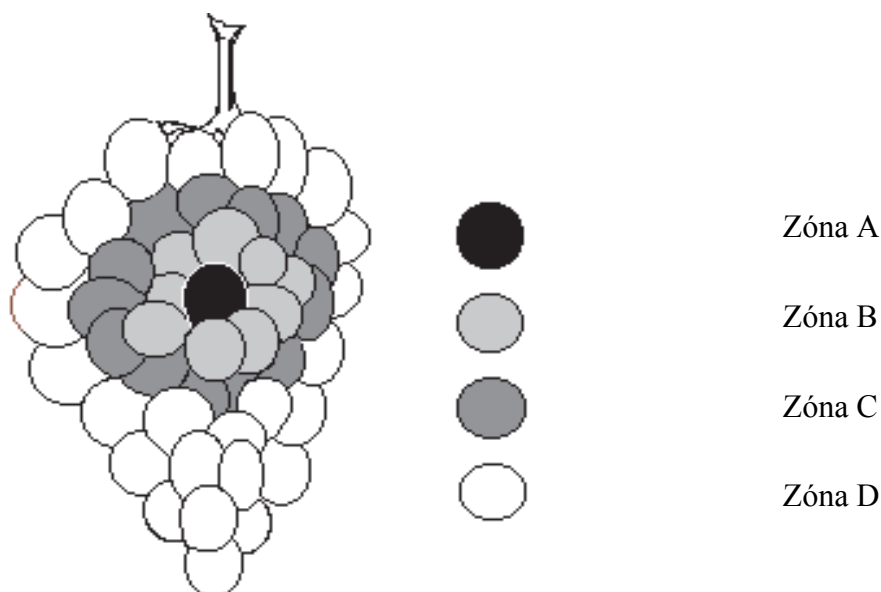
Obr. 3. Strukturální vzorce flavonolů [8]

Mezi významnější podskupinu látek řadící se k flavonolům patří stilbeny. Jsou často zmiňovány pro svůj zdravotně prospěšný vliv na lidský organismus, a proto je důležité je zde uvést. Jedná se o sloučeniny, tzv. fytoalexiny, jež jsou produkovány rostlinami jako odpověď na působení vnějších negativních faktorů, kterými jsou např. choroby, zranění, půdní a klimatický stres. U révy vinné se vyskytují převážně ve slupkách bobulí a to jak volné, tak i vázané formě jako glykosidy [10]. Mezi nejznámější jsou jmenovány Trans-Resveratrol, Trans-Piceid a Trans-Piceatannol. V červených vínech je jejich obsah vyšší než ve vínech růžových a bílých. V jednom litru vína je obsaženo přibližně 0,1 – 20 mg/l resveratrolu, více je ho u hroznů napadených ušlechtilou plísní *Botrytis cinerea* a ve vínech nakvášených na rmutu a nefiltrovaných. Réva pěstovaná v chladnějších a vlhčích oblastech, jako Čechy a Morava, kde je vyšší riziko napadení houbovými chorobami, má tendenci vytvářet hrozny s vyšším obsahem resveratrolu než réva pěstovaná v teplejších a sušších oblastech, jako jsou Austrálie nebo Kalifornie [11]. Antioxidačnímu působení resveratrolu je přikládána hlavní role ve zdraví prospěšném efektu známého „francouzského paradoxu“. Při srovnání skupin lidí se stejně vysokou konzumací nasycených tuků a cholesterolu je nižší úmrtnost na choroby srdce a cév v zemích s tradicí pití červeného vína. [12].



Obr. 4. Strukturní vzorce stilbenů [8]

Při napadení hroznů révy vinné plísní *Botrytis cinerea* lze pozorovat, jak rostlina vytváří resveratrolovou bariéru okolo napadeného místa (obr. 5). V místě napadení (zóna A) je koncentrace resveratrolu nízká, je možné, že plíseň rozkládá fytoalexin, jehož působení je vystavena. Maximální koncentrace resveratrolu (cca 4x vyšší než v napadeném místě) je v sousední zóně B. Se zvyšující se vzdáleností od centra napadení pak koncentrace zvolna klesá. Koncentrace resveratrolu v jednotlivých zónách je uvedena v tab. 1. Podobná bariéra se rovněž vytváří kolem napadeného místa listu révy vinné [13].



Obr. 5. Hrozen révy vinné napadené plísní *Botrytis cinerea* [13]

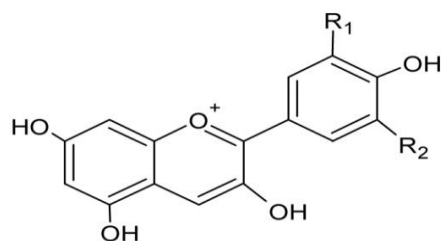
Tab. 1. Koncentrace *Trans*-resveratrolu (mg.kg^{-1}) ve slupkách hroznů 48 h po napadení plísní *Botrytis cinerea* [13]

Zóna	Pinot	Chardonnay	Gamay
A	6	2	6
B	28	6	16
C	22	4	9
D	20	2	9

1.1.3 Antokyaniny

Antokyaniny jsou červená barviva révy vinné. Název pochází z řeckého athos (květina) a kyanos (modrý). Jsou nejrozšířenější skupinou rostlinných barviv uložených v buněčných vakuolách. U révy vinné se nachází především ve slupce a do moštu přechází až při narušení buněčných vakuol a to buď mechanicky, působením tepla, alkoholu, nebo enzymaticky. U barvířek se antokyaniny vyskytují i v dužině. V přírodě se vyskytují v glykosidické formě. Původní barvená složka, tzv. aglykon (antokyanidin), je vázána na glycid, především na D-glukosu, D-galaktosu, méně pak na L-arabinosu a L-rhamnosu. Podle počtu molekul cukru vázaných na aglykon pak hovoříme o monoglykosidech (jedna molekula cukru), diglykosidech (dvě molekuly cukru), polyglykosidech (více molekul).

V révě a víně bylo prokázáno 5 základních antokyanidinů: cyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin a malvidin, který je zastoupen z 40% až 70%. Tyto látky jsou značně reaktivní a vysoce nestabilní. Podléhající různým chemickým reakcím, jak v hroznech během zrání, tak i při výrobě a ležení vína. Kromě vazby se sacharidy dochází k jejich polymerizaci a kondenzaci s taniny a kyselinami, přičemž vazba s taniny je nejstabilnější. Jejich vliv na kvalitu vína je tedy zásadní [1, 5, 9].



R_1	R_2	Název antokyanu
OH	OCH ₃	Petunidin
OH	H	Cyanidin
OCH ₃	OCH ₃	Malvidin
OH	OH	Delphinidin
H	OCH ₃	Peonidin
H	H	Pelargonidin

Obr. 6. Základní strukturní vzorec antokyaninu s vazebnými místy [8]

1.1.4 Taniny

Taniny neboli třísloviny, se v rostlinách vyskytují jako sekundární metabolity, které jsou přítomny v mnoha vyšších rostlinách. Nebyly dosud prokázány v nižších rostlinách nebo v živočišných organismech [14]. Název taniny dostaly podle keltského slova dub. Lze je definovat jako látky schopné tvořit stabilní komplexy s bílkovinami a jinými biologickými polymery, jako jsou sacharidy. Vznik polymeru se projevuje tvorbou sraženiny a je základem čiření vín.

Z hlediska chemického složení jsou taniny relativně velké molekuly vzniklé spojením menších molekul fenolů. Jejich reaktivita je výrazně ovlivněna velikostí a konfigurací molekul, přičemž malé vykazují nízkou reaktivitu, oproti tomu příliš velké vypadávají z roztoku. Molekulární hmotnost aktivních taninů se pohybuje v rozmezí 600 - 3500 g/mol. Podle základní struktury se třísloviny dělí na hydrolyzovatelné (gallické, elegické) a kondenzované (katechické). První skupina se v révě přirozeně nevyskytuje, tyto látky jsou do vína přidávány a bude o nich pojednáno v kapitole 1.2 Exogenní polyfenolické látky vznikající při zrání vína.

Ve slupkách, třapinách a pecičkách hroznů jsou přítomné tzv. kondenzované taniny. Najdeme je také v čaji nebo granátovém jablku. Kondenzované třísloviny jsou oligomery flavan-3-olů, neboli katechinů. Jsou to komplexní polymery složené ze dvou základních strukturních jednotek, kterými jsou katechin a epikatechin. Někdy jsou révové taniny označovány jako prokyanidy, neboť se při zahřívání v kyselém mírně oxidativním prostředí uvolňuje výrazně červeně zbarvený kyanidin. Tento proces je znám jako tzv. růžování vín a jedná se o vadu vína [15]. Analýza těchto sloučenin je vzhledem k jejich velké strukturální různorodosti velmi složitá. V současné době se podle počtu jednotek rozlišují dimery (2 jednotky), trimery (3), oligomery (4 - 10). Kromě dvou základních jednotek, katechin a epikatechin, byly v révě i víně identifikovány další jednoduché flavan-3-oly. Jsou to gallokatechin, galloepikatechin a epikatechin-3-o-gallát. Třapiny obsahují také třísloviny, ale nepřesahují 5 % celkových taninů z hroznů. Tyto látky jsou mimo jiné i důležitou součástí zeleného čaje [16].

Dobře chemicky identifikovaných základních dimerů je 8 z celkového předpokládaného počtu 75, trimerů pak může být až 500 a s každou další jednotkou se počet možných kombinací geometrickou řadou zvyšuje [17]. Polymerní kondenzované taniny, které mají

více jak 10 jednotek, převyšují molekulovou hmotností hodnotu 3000 g/l a mají tendenci z roztoku vypadávat [18].

Proces kvalitativní a kvantitativní tvorby taninů probíhá ve všech fázích zrání hroznů a výroby vína. Vývoj taninů je možno rozdělit do dvou fází:

- Akumulace taninů.
- Zrání taninů.

Počínaje kvetením révy a konče zaměkáním bobulí, dochází k akumulaci taninů ve slupkách a semenech, kde je ukončena 1 - 2 týdny před zaměkáním bobulí. Plynule pak přechází v zrání taninů. Ve slupkách se po zaměkání bobulí zvyšuje obsah antokyaninů a slupkových taninů. Naopak koncentrace taninů v semenech během zrání hroznů klesá. Tříslovitost taninů je odrazem jejich chemické struktury. Větší stupeň polymerace taninů v semenech a větší koncentrace epikatechingallátu znamená větší vnímavost tříslovin [16].

Slupkové taniny, obsažené převážně v buňkách vnější vrstvy slupky, mají vyšší molekulární hmotnost než taniny v semenech a obsahují především epigallokatechin [19]. Jejich koncentrace úzce souvisí s obsahem antokyaninů. Hrozny obsahující vyšší koncentraci antokyaninů mají také vyšší obsah taninů ve slupce a samozřejmě obráceně, bobule o nízkém obsahu antokyaninů, vykazují nižší taninovitost. Taková vína mají charakter jednoduchých, fádnicích, trpkých až hořkých, s bylinným charakterem [16]. Semenné taniny jsou obsažené ve vnitřním a vnějším obalu semene. Jak již bylo uvedeno, během dozrávání jejich koncentrace klesá. V organoleptických vlastnostech vína jsou zodpovědné za strukturu a tělo vína. Pozitivně přispívají k extraktu vína a pocitu v ústech (angl. "mouthfeel"). Vína s nadměrným množstvím semenných taninů jsou známá jako tzv. tvrdá „taninová“ vína. Tyto látky jsou však velmi reaktivní a podílejí se na stabilizaci antokyaninů pomocí tvorby stabilních polymerních barviv. Jsou také schopné reagovat s bílkovinami i s jinými biologickými polymery, jako jsou polysacharidy, a vytvářejí stabilní chemické komplexy.

Taniny v semenech a ve slupkách mají stejné strukturální, ale odlišné organoleptické vlastnosti. Procesem fermentace a zráním vína dochází mezi antokyaniny a taniny k reakcím vedoucím k větší komplexnosti sensorických vlastností vína. Probíhá změna barvy a zvyšuje se její stabilita. Chuťové vlastnosti, jako je hořkost, tříslovitost, jejich

vzájemná rovnováha, jsou potom závislé na koncentraci a struktuře taninů a stupni jejich polymerizace [20].

Koncentrace a složení fenolických látek v hroznech závisí na odrůdě, pěstitelských podmínkách, agrotechnických zásazích, vyzrállosti hroznů a v nespolední řadě i na ročníku. Po sklizni hroznů ovlivňuje především složení antokyaninů a taninů technologie výroby vína. Vzájemná vybalancovaná rovnováha antokyaninů a taninů ze slupek a semen dává vínu požadované chuťové vlastnosti [16]. Podle Kenedyho se ve slupkách bobulí nacházejí jen antokyaniny a ty se dostávají do moštu a vína po rozrušení slupek a ihned na začátku macerace hroznů. Tato barviva se uvolňují z vakuol buněk slupek prostřednictvím difuze, tedy z míst s vyšší koncentrací, do míst s nižší koncentrací (mošt a víno). Difuze je pak závislá na těchto faktorech:

- Teplota,
- molekulární hmotnost a typ molekul,
- koncentrační gradient,
- propustnost buněk,
- složení extrakčního média (např. obsah alkoholu) [21].

V období počáteční fermentace a macerace se extrahují převážně taniny ze slupek. Prodloužením macerace se zvyšuje podíl semenných taninů [21]. Vyšší přesun slupkových taninů do vína lze dosáhnout i při vyšších koncentracích alkoholu [22].

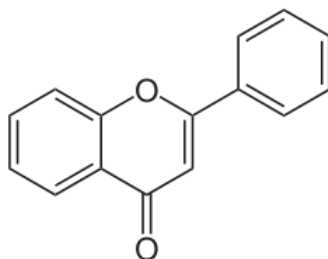
Vína vyráběná z hroznů méně vyzrálých obsahují vyšší podíl semenných a nižší podíl slupkových taninů. Taková vína jsou pak tříslovitá, hrubá, hořká až bylinná. Naproti tomu vína vyrobená z dobře vyzrálých hroznů, vykazují více slupkových a méně semenných taninů. Charakterem jsou ovocná, se správnou strukturou, bez hořkých, výrazně tříslovitých a bylinných tónů a se správným barevným odstínem [16].

Macerace hroznů při nízkých teplotách před začátkem fermentace zvyšuje koncentraci antokyaninů a taninů ze slupek (vína jsou barevnější a příjemně tříslovitější), zatímco prodloužená macerace po skončení alkoholové fermentace vede k vyššímu obsahu taninu ze semen a nižšímu obsahu antokyaninu (vína s nižší barevností a vyšším podílem hrubé tříslovitosti) [23]. Množství extrahovaných taninů ovlivňuje také intenzita drcení nebo mletí. Hrubě rozemleté hrozny uvolňují více semenných taninů. U červeného vína je poměr

mezi taniny ve slupkách a semenech závislý na zralosti hroznů. Vyšší množství taninů ze slupek k poměru taninů ze semen přináší kvalitativní zlepšení sensoricky vnímatelných taninů v červeném víně. Taniny ze semen jsou výrazně lépe extrahovatelné při méně vyzrálých hroznech a mohou způsobovat hořké a výrazně trpké chuťové tóny ve víně. Vyšší stupeň polymerizace taninů snižuje schopnost jejich extrakce [9]. Obsah katechických tříslovin v bílých vínech vyrobených z moštů lisovaných bez naležení a poté odkalených je pod 100 mg/l, zatímco v tradičně vyráběných vínech je 200 - 300 mg/l. Červená vína mají obsah taninů v závislosti na odrůdě a použitelné technologii v rozmezí 1 - 4 g/l. Nejnižší obsah tříslovin je u vín napadených botrytickou plísní (*Botrytis cynerea*), kde probíhá destrukce celé řady fenolických látek [17].

Taniny a antokyanidiny (barviva) přispívají ke stabilitě barvy a způsobují tříslovitou chuť a hořkost vína. Kombinace těchto dvou faktorů je důležitá pro strukturu vína, potenciál zrání a možnou zdravotní prospěšnost vína. Jsou proto nejdůležitějšími zástupci fenolických látek ve víně a díky své schopnosti vzájemně reagovat a vytvářet rozličné kondenzační produkty se podílí na zvyšování stability barvy a kulatosti vína [1].

Monagas a Vidal dělí fenolické látky pouze na dvě skupiny: flavonoidy (kondenzované taniny nebo proantokyanidiny, antokyaniny a flavonoly) a neflavonoidy (fenolové kyseliny a stilbeny) [1].



Obr. 7. Obecná struktura flavonoidních látek [8]

Jiné členění polyfenolických látek podle organoleptických vlastností popisuje Kumšta, dělí je na dvě skupiny: antokyaniny (barviva) a taniny (třísloviny) [24].

Většina autorů však dělí polyfenolické látky na tři skupiny. Při svém dělení vycházejí z chemických vlastností látek a jejich původu. První skupinou jsou antokyaniny, druhou

flavonoly, sensoricky hořké látky, schopné reagovat s antokyaniny a tím ovlivňovat částečně jejich barvu [25]. Třetí skupinu tvoří flavan-3-oly (monomerní a polymerní proantokyanidiny, např. katechin, epikatechin). Monomerní molekuly jsou hořké povahy, oproti tomu polymerní, označované jako kondenzované taniny, jsou spíše adstringentní než hořké [23].

Ve slupkách bobulí révy vinné jsou obsaženy antokyaniny, flavonoly a flavan-3-oly. V semenech se vyskytují pouze flavan-3-oly. Vzhledem k různé lokalizaci a koncentraci těchto látek v bobulích a semenech hroznů lze předpokládat, že biosyntéza těchto látek probíhá různými cestami [1, 26].

Strukturou a biosyntézou polyfenolických látek v hroznech se podrobně zabýval a objasnil ji již v roce 1972 P. Ribéreau-Gayon. Procentuelní zastoupení fenolických látek v bobuli hroznů názorně zobrazuje tab. 2.

Tab. 2. Rozmístění fenolických látek v bobuli hroznů [27]



Změny v koncentraci polyfenolů během zrání hroznů, vývoj antokyaninů, fenolových látek a taninů v slupkách hroznů a semenech od 24. srpna do 5. října shrnuje tabulka 3. Z výsledků vyplývá, že obsah těchto látek se během zrání výrazně zvyšuje a naopak při přezrávání klesá. Snižování koncentrací je způsobeno rozkladem antokyaninů činností mikroorganismů, které se dostávají do bobulí porušenou slupkou a při tom vznikají tzv.

humínové látky. Tyto změny je možno dokladovat i vizuálně, neboť červená vína z přezrálých hroznů mají méně intenzivní odstín. Barvu a její intenzitu ovlivňují i další faktory, jako je pH a přítomnost kovů, které vytvářejí ve víně komplexy. Naopak nárůst fenolických látek a jejich pozdější pokles při přezrávání je mnohem menší. V semenech ale koncentrace těchto látek během zrání klesá [3, 28].

Tab. 3. Tvorba fenolových látek v průběhu zrání hroznů

Analytické hodnoty v g/l pro antokyaniny a taniny v 1000 bobulích [3, 28]

Datum	V slupce			V semenu	
	Antokyaniny	Fenolové látky	Taniny	Fenolové látky	Taniny
24.8.	0,45	37,5	4,20	76,0	7,35
31.8.	1,20	46,5	4,15	56,5	3,65
3.9.	1,45	39,0	2,70	69,0	3,50
14.9.	2,15	49,5	3,75	30,5	2,10
21.9.	2,30	60,5	4,25	29,5	2,10
28.9.	2,65	55,5	8,30	26,0	1,40
5.10.	2,10	46,0	4,35	29,5	2,15

Fenolické látky „typického“ červeného vína z hroznů *Vitis vinifera* se rozdělují na neflavonoidní (200 mg/l) a flavonoidní, přičemž flavonoidní látky se dále dělí na antokyaniny (150 mg/l), kondenzované taniny (750 mg/l), ostatní flavonoidy (250 mg/l) a flavonoly (50 mg/l) [1, 27].

Tab. 4. Porovnání obsahů fenolických látek bílých a červených vín [29]

Fenolické látky ve víně	Červená vína, mg/l	Bílá vína, mg/l
Flavonoidy		
Kempferol, kvercetin, myricetin	15	stopy
Deriváty kyseliny benzoové		
(jako estery ve vazbách se sloučeninami neznámé povahy)	50-100	1-5
Deriváty kyseliny skořicové		
(jako estery ve vazbách s antokyaniny a s kyselinou vinnou)	50-100	3,1-5
Antokyanidiny		
Delfinidin, kyanidin, petunidin, peonidin, malvidin (dle odrůdy)	20-500	0
Taniny		
* prekurzory kondenzovaných taninů		
deriváty flavan-3-olu: katechin (flavan-3-ol), gallokatechin	50-100	0
deriváty flavan-3,4-diolu: prokyanidin monomer (leukokyanidin, leukodelfinidin)	stopy	0
*prokyanidin dimer		

1.2 Exogenní polyfenolické látky vznikající při zrání vína

Jsou to především ty, které se dostávají do vína při procesu fermentace a zrání ze sudů, chipsů a přidávané taniny. Posledně jmenované patří mezi nejvíce rozšířené.

Na trhu existují ve formě sypkých prášků, komerčně vyráběných preparátů nebo se do vína dostávají vyluhováním, macerací, převážně dubového dřeva. Jde o skupinu tzv. hydrolyzovatelných (gallických, ellagických) taninů [1].

Hlavními zdroji gallických taninů jsou boby Tara (*Caesalpinia spinosa*) a hálky (duběnky keře *Rhus semialata*). Mezi typické zdroje ellagické třísloviny patří dřevo dubu nebo kaštanu (*Castanea sativa*) [30].

V procesu vinifikace červených vín má nezastupitelné místo zrání v dřevěných dubových sudech. Mikrooxidací probíhající přes stěnu sudů se zvyšuje stálobarevnost a chuťová plnost a harmoničnost vín. Za tímto účelem se používají tzv. barikové sudy, při jejichž výrobě dochází k ožehnutí vnitřku sudů za působení ohně (cca 200 °C). Podle intenzity ožehnutí se rozlišují lehké („light“), střední („medium“) a silné („heavy“). Dodatečně se k těmto stupňům přidává plus nebo minus. Při středním stupni ožehnutí dochází k opálení dřeva až do hloubky 2 mm, při silném až do 3 – 4 mm. Během ožehnutí dochází k termodegradaci celulózy a hemicelulózy na jednoduché cukry a furanové deriváty (vzniká karamelová příchut'). Lignin se mění na aromatické aldehydy, zejména důležitý vanilin, který se objevuje v koncentraci 0,3 - 0,8mg/l. Lipidy dřeva se odbourávají na laktony, které voní v čisté formě po kokosovém ořechu.

Taniny se z drsných svíravých gallotaninů a ellagotaninů odbourávají, hydrolyzují na jednoduché fenoly a cukry. Tak vzniká například eugenol, aromatická látka hřebíčku 4-metylgvajakol, 4-etylfenol (dřevový, kouřový, kořeněný tón), 4-etylguajakol [31, 32].

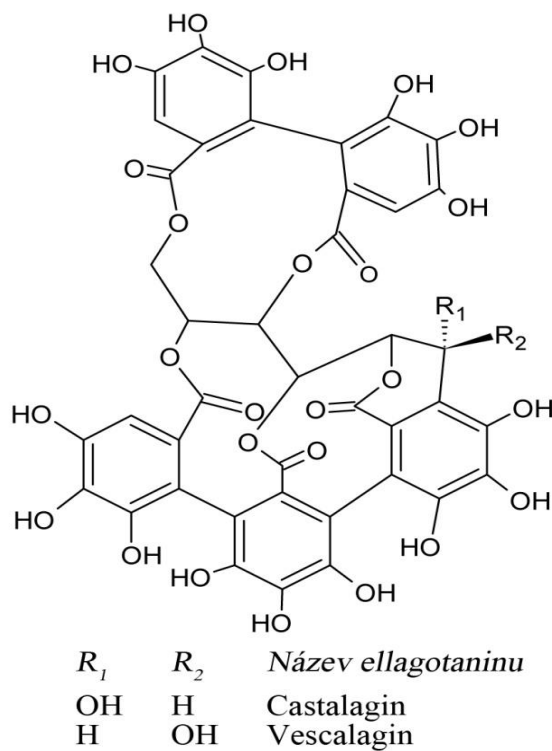
Oba poslední jmenované vedou při vyšších koncentracích i k negativnímu aromatu po uzeném masu nebo koňském potu. Celkově se zvyšuje ve víně obsah taninu o 30 – 80 mg/l [31].

Jejich obsah a složení záleží nejen na stupni vypalování, ale i na tom, z jakého druhu dubu je sud „barrique“ vyroben. Nejvíce se používá dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*) a americký dub bílý (*Quercus alba*). Obsah taninu je v evropských dřevech vyšší než v dřevech amerických [31, 32].

Existuje však i jiná alternativa, než je používání finančně nákladných barikových sudů. Tou je použití ožehnutých, toustovaných, dubových hoblin (chipsů), granulí nebo dubových desek, které se přidávají do vína v procesu fermentace nebo zrání. Přidávání kousků dřeva do vína během jeho výroby je povoleno směrnicí EU 2165/2005 a směrnicí EU 1507/2006.

Středně ožehnuté hobliny a granule mají ve stadiu zrání vína pozitivní vliv na strukturu a vhodně se chuťově kombinují s fenolickými sloučeninami. Při použitých dávkách do 200 g/hl nedochází k potlačení přirozeného aroma vína, ale spíše k rozšíření aromatické škály. Přičemž bylo také zjištěno, že vína ošetřovaná hoblinami nebo deskami stárnou rychleji než vína dozrávající v sudech, což pravděpodobně souvisí se silnější extrakcí určitých těkavých kyselin a větší intenzitou barvy [33].

Kromě původu a složení dubového dřeva mají na výsledky macerace dubových hoblin nebo desek vliv některé další faktory, jako je velikost hoblin, délka a teplota ohřevu, okamžik započetí vlastní macerace, délka kontaktu hoblin s vínem, předcházející ošetření hoblin oxidem siřičitým a délka uchovávání hoblin [34]. Při velikosti pilin 0,1 mm se zvyšuje extrahování fenolických látek se zvýšením stupňů jejich toustování. Při lehkém toustování se extrahuje o 40% - 60% méně fenolických látek v porovnání se středním a silným toustováním. Bylo také prokázáno, že koncentrace alkoholu má lineární vliv na extrahování fenolických látek z dubových přípravků, svého maxima dosahuje v koncentraci 40% (např. při výrobě destilátů). Neméně důležitá je také extrakce aminokyselin z dubového dřeva, které se spolupodílí na buketu vína, a antioxidantů, zejména ellagové kyseliny. Bylo zjištěno, že zvýšení stupně toustování zvyšuje extrahování aminokyselin, ellagové kyseliny a jiných antioxidantů o 10% - 50%, přičemž rozdíl mezi středním a silným toustováním je menší než mezi lehkým a středním [35].



Obr. 8. Chemický vzorec ellagotanninu [8]

2 REAKCE POLYFENOLICKÝCH LÁTEK V PRŮBĚHU FERMENTACE A ZRÁNÍ VÍNA

2.1 Oxidace

Vlivem mikrooxidace dochází u červených vín ke spojení antokyaninů a taninů, čímž dochází ke stabilizaci barvy a zjemnění struktury taninů. Tento proces ideálně probíhá v dřevěných sudech typu „barrique“. Lze jej do jisté míry nahradit stáčením, přečerpáváním během fermentace a zrání vína (makrooxidace) nebo pomocí speciálních dávkovačů (mikrooxidace). Jedná se o technické zařízení, které přesně dávkuje množství přiváděného vzduchu, eventuelně kyslíku, do uzavřených tanků na výrobu vína.

Reagující taniny s kyslíkem jsou v buňkách přítomny buď ve formě volné, nebo vázané. Tyto formy se průběžně mění již během dozrávání hroznů. Katechiny obsahují dvě fenolické skupiny vedle sebe a jsou tudíž velmi náchylné na oxidaci. Tyto reakce vedou ke vzniku reaktivních chinonů, které s dalšími prokyanidiny tvoří hnědě zbarvené komplexy. Vysoká koncentrace kyslíku je doprovázena masivní tvorbou volných radikálů a vede ke vzniku neorganizovaných polymerních nerozpustných pigmentů hnědé barvy zvaných flobafeny, jež mají na víno destruktivní účinky [1, 17].

Barva mladých červených vín je tvořena především monomerními antokyaniny, které jsou nestabilní. Mikrooxidace přispívá ke stabilizaci barvy a změně barevného odstínu vína. Polymerní barviva, která se vytvářejí díky mikrooxidaci, jsou odolnější ke změnám obsahu oxidu siřičitého (SO₂), který se do moštu a vína přidává jako stabilizační, antimikrobiální a antioxidační látka. Pomalé a pozvolné pronikání kyslíku do vína vede ke vzniku acetaldehydu z etanolu. Ten následně sehrává klíčovou roli v procesu polymerace mezi antokyaniny a taniny. Například dva senzorycky problematicky vnímané tetramerní taniny vytvářejí senzorycky příznivější oktamer [1, 36, 37]. Oxidací vznikající acetaldehyd navíc může reagovat s většími molekulami taninů za tvorby rozsáhlých makromolekulárních struktur (křížové spojení), které jsou velmi málo adstringentní a tím dochází ke zjemnění taninů [38, 39]. Oxidativní reakce tedy následně ovlivňují vznik polymeračních a kondenzačních reakcí a celkově se zásadně podílejí na proměně kvalitativních vlastností vína.

Koncentrace fenolických látek ve víně je indikátorem pro množství přijatelného kyslíku, kdy víno s vyšší koncentrací fenolických látek je schopno přijmout vyšší koncentraci kyslíku.

Rozpustnost kyslíku a efektivnost mikrooxidace je závislá i na teplotě. Při teplotě 25° C je množství rozpuštěného kyslíku na 1 litr 7 mg , při teplotě 5° C pak 10 mg O₂/l. Ideální teplotou se jeví 15° C. Množství oxidu siřičitého (do 20 mg/l volného SO₂) také významně ovlivňuje mikrooxidaci. Naproti tomu nadměrná oxidace vína sebou nese nežádoucí rizika ve formě octění vína, zvýšení nepříjemných těkavých kyselin, mikrobiální kontaminace a rozklad, změnu barvy vína, tzv. zrůžovatění vín [15, 36].

Mikrooxidace není také vždy vhodná pro všechny druhy červených vín. Nevhodnými se jeví vína s nízkým obsahem taninů a antokyaninů nebo také s vyšším obsahem taninů a nízkým obsahem antokyaninů, kde hrozí nebezpečí zesílení chuťové tříslovitosti a tvrdosti taninů právě díky nízkému obsahu barevných antokyaninů. Jako ideální se proto jeví vína s vysokým obsahem taninů a antokyaninů. Tyto vína pak vykazují dobrý potenciál pro dlouhodobé zrání v sudech a láhvi [36].

2.2 Kondenzace

Monomerní antokyaniny, původně odpovědné za barvu mladých červených vín, jsou velmi nestabilní a reaktivní. Jejich koncentrace velmi rychle klesá a v průběhu zrání červených vín se zapojují do tvorby mnohem stabilnějších oligomerních a polymerních struktur [40].

Kondenzační reakce probíhají mezi látkami, jako jsou antokyaniny, polysacharidy a proteiny. Vzájemné slučování s antokyaniny zvyšuje a stabilizuje barvu. Vazebné reakce s proteiny a polysacharidy jsou méně dobře probádané, i když víme, že probíhají. Vše závisí na řadě faktorů, jako je působící typ polymeru a teplota. Variabilita polymerů je dána především odrůdou hroznů, typem kvasinek a přítomnými rezidui plísní, které jsou pravděpodobně přítomny ve víně, včetně neutrálních polysacharidů (glukanu, dextranu, mannanu, celulóse aj.), kyselých polysacharidů (pektinů atd.) a glykoproteinů (manoproteinů). Červená vína obsahují také proteiny z používaných čířících látek přidávaných během zrání. Podle všeho se taniny váží částečně s polysacharidy a méně silně s polypeptidy a proteiny. Tato transformace má hlavní efekt na vůni a chuť vína.

Polymerizační reakce produkuje velké molekuly prokyanidů, které mají větší reaktivní schopnost se spojovat s proteiny. Tyto vazby pokračují do 8 až 10 flavanových jednotek. [18].

Mezi kondenzační reakce polyfenolických látek patří reakce mezi antokyaniny a taniny (přímá kondenzace) nebo mezi antokyaniny, taniny a acetaldehydem (smíšená kondenzace). Přímá kondenzace se někdy rozděluje na reakce typu: antokyanin – tanin (A-T) a reakce tanin – antokyanin (T-A). Reakce A-T vede ke vzniku kondenzovaných antokyaninů modrofialové barvy oproti červeným monomerním antokyaninům [41]. Tyto vznikající méně barevné komplexy jsou stálé v uzavřených nádobách bez přístupu kyslíku. Naopak barevnost vína se zvýší a obnoví mikrooxidací [28].

Reakce T-A probíhá mezi bezbarvou částí antokyaninu a velmi reaktivním karbokationtem, který se vytváří hydrolýzou prokyanidinů. Tyto reakce nevyžadují oxidaci, objevují se v hermeticky uzavřených obalech a barva vytvářených produktů se mění z červené do oranžové [40].

Významnou úlohu ve smíšených (nepřímých) kondenzačních reakcích antokyaninů a jiných polyfenolů červených vín mají nízké koncentrace acetaldehydu. Jako produkt oxidačně-redukčních reakcí během tvorby a zrání vína v podmínkách mikrooxidace se acetaldehyd stává vazebným prostředníkem mezi původně nebarvenými flavonoidy (např. katechiny) a antokyaniny [41]. Tyto nové barevné sloučeniny jsou zcela odpovědné za vybarvení starších červených vín, jsou méně citlivé na změnu pH a odolnější proti odbarvení s oxidem siřičitým [25, 42].

Smíšené kondenzační reakce jsou pro zrání vína nejdůležitější. Zaručují vznik požadovaných stálých barvených komplexů. Jinak vznikají žluté až hnědé sloučeniny, které mají destruktivní účinky na kvalitu vína. V chuťových vlastnostech dochází ke snížení vjemu hořkosti a svíravosti [31]. Stejnými reakcemi dochází i ke kondenzaci katechinů s antokyaniny, což také vede ke stabilizaci barvy červených a růžových vín. Tyto procesy probíhají spolu s oxidativními, přičemž tento průběh by měl být kontrolován, protože struktury s více jak dvanácti jednotkami se shlukují do koloidních částic a mají pak tendenci vypadávat, čímž naruší strukturu vína [18].

2.3 Polymerace

Vedle oxidačních procesů jsou následné polymerační reakce neméně důležité pro stabilizaci barvy a chuťových vlastností vína.

Senzorické vlastnosti jako je hořkost a adstringence jsou úzce spojeny s flavonoidními fenoly. Jejich monomerní molekuly jsou zodpovědné za adstringenci a hořkost. V procesu zrání vína dochází k jejich polymeraci, která vede ke snížení vjemu adstringence a částečně také hořkosti. Stupeň hořkosti se zvyšuje až do velikosti heptameru (7 jednotek) s následným poklesem, kdy se taninové molekuly stávají příliš objemnými a jsou pak vnímány pozitivně pro svoji chuťovou plnost a zakulacenost. Tetramerní sloučenina (4 jednotky) dává pocit maximální hořkosti [31, 39].

Během zrání vína se mění množství a struktura taninů. Tyto reakce probíhají bez ohledu na přítomnost nebo absenci kyslíku. Kondenzované třísloviny se mohou v kyselém prostředí depolymerovat, což vede ke vzniku menších molekul a zvýšení hořkosti vína. Procesy jsou o to složitější, že mohou následně probíhat i opačné reakce taninů, tzv. re-polymerizace. Tyto reakce logicky významně ovlivňují adstringenci a hořkost vína. Za přítomnosti kyslíku vstupují do těchto reakcí další důležité sloučeniny, především pak ze skupiny aldehydických látek významný acetaldehyd, který s taniny ochotně reaguje za vzniku mostů mezi taniny (kopolymerizace). Molekula acetaldehydu reaguje s dvěma molekulami prokyanidinů za vzniku jedné částice (kopolymerizace nebo také kopigmentace). Vína obsahující malé molekuly taninů se strukturami obsahujícími ethylové mosty (dimery, trimery) jsou s největší pravděpodobností mnohem více hořká než vína obsahující samotné taniny [1].

3 ZDRAVOTNÍ ÚČINKY POLYFENOLICKÝCH LÁTEK

Polyfenolické látky jsou nejhojnějšími antioxidanty ve stravě a jako takové patří mezi nejdůležitější zdraví prospěšné látky. Nejběžnějšími rostlinnými polyfenoly jsou flavonoidy, fenolové kyseliny a lignany. Jejich příjem v potravě je dáván do souvislosti se snížením výskytu velmi závažných nemocí, jako je rakovina a kardiovaskulární choroby. A můžeme říci, že do značné míry ovlivňují i proces stárnutí.

Znalost dietetických vlastností hroznů se traduje od nejstarších dob a jejich užívání doporučovali již starověcí lékaři Hippokrates a Théophrast, stejně jako v době renesanční Matthioli [43]. 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 [44]. Víno je po dlouhá století nejen poživatinou, ale i lékem, který užívala lidová, stejně jako oficiální medicína, zázrační lékaři i profesori na univerzitách. Příznivé medicínské účinky vína byly oceňovány již starými národy. Lékař, léčitel se často považoval za váženého až svatého muže a léčení se provádělo v náboženských centrech. Víno bylo považováno za všeobecný léčivý prostředek, který nejen že dobře chutnal, ale také skutečně přinášel úspěchy v léčbě. Pití vína se uplatňovalo v prevenci různých chorob. V době, kdy téměř všechny zdroje pitné vody byly znečištěny a obsahovaly nebezpečné bakterie, umírali naši předci na nebezpečné infekce, jako jsou dysenterie, tyfus a cholera. Jedinými bezpečnými nápoji byly nápoje připravené kvašením, které neobsahovaly bakterie a neohrožovaly obyvatele střevní infekcí. Proto bylo méně nebezpečné pít víno, než pít znečištěnou vodu. Dokonce i víno ředěné vodou bylo podstatně lepším nápojem než samotná voda. Kromě toho mělo víno značnou výživnou hodnotu, od 2500 do 3500 kJ na litr, tj. stejné množství kalorií jako litr mléka, 100 g másla, šest vajec nebo 380 g masa [45]. Dnes víme, že na jeho dezinfekčních vlastnostech se podílejí i polyfenolické látky.

Fenol, výchozí struktura polyfenolů, se používala v chirurgii od poloviny 19. století, kdy sir Joseph Lister, považovaný za otce moderní chirurgie, dezinfikoval kyselinou karbolovou (fenolem) kůži, ruce a chirurgické nástroje, aby předcházel vzniku infekce [46].

Současné výzkumy zdravotního působení vína odstartovalo hledání příčin tzv. „francouzského paradoxu.“ Během výzkumu na základě rozsáhlých epidemiologických studií se objevily dvě názorové skupiny. První považuje za hlavní příčinu francouzského

paradoxu samotnou konzumaci alkoholu a příjem různých látek stravou za druhořadou. Druhá názorová skupina klade důraz právě na vliv látek obsahujících ve své struktuře benzenové jádro s navázanou hydroxylovou skupinou, tedy fenolů.

Tab. 5. Obsah polyfenolických látek ve vybraných potravinách [47]

Cereálie	mg/100g	Ovoce	mg/100g
ječmen	1200-1500	meruňky	30-43
pšenice	22-40	černý rybíz	140-1200
proso	590-1060	borůvky	135-280
kukuřice	30,9	třešně	60-90
rýže	8,6	brusinky	77-247
čirok	170-10260	angrešty	22-75
oves	8,7	grepy	50
Luštěniny	mg/100g	pomeranče	50-100
cizrna	78-230	broskve	10-150
fazole	34-280	hrušky	2-25
Ořechy	% obsahu	švestky	4-255
betelové ořechy	26-33	maliny	37-429
arašidy	0,04	červený rybíz	17-20
pekanové ořechy	8-14	jahody	38-218
Zelenina	mg/100g	Ovocné šťávy	mg/l
růžičková kapusta	6-15	jablečná	2-16
kapusta	25	pomerančová	370-7100
pórek	20-40	Nápoje	mg/l
cibule	100-2025	pivo	60-100
petržel	55-180	červené víno	1000-4000
celer	94	bílé víno	200-300
rajčata	85-130	čaj	750-1050
Ovoce	mg/100g	kakaové boby	12-18% obsahu
jablka	27-298		

Výzkum biologického účinku těchto látek je však po metodologické stránce i po stránce interpretace výsledků poměrně obtížný a může v zásadě probíhat dvěma způsoby. První postup spočívá v podávání vína vybrané skupině dobrovolníků nebo pacientů a sledování

změn jejich zdravotního stavu a diagnostických parametrů, většinou biochemických. Druhý přístup zkoumá účinek čisté látky buď *in vitro* v modelovém systému buněčné kultury, nebo na pokusných zvířatech. V prvním případě se zjistí, jak ovlivňuje víno organismus jako celek, nezjistí se však vliv jednotlivých látek. V druhém případě nelze postihnout účinek látky v komplexu s ostatními složkami vína [48].

3.1 Zdravotní účinky polyfenolických látek rozdělené podle působení

3.1.1 Antioxidační působení

V organismu probíhá ve všech živých buňkách řada metabolických pochodů. Jedná se o enzymatické i neenzymatické chemické reakce, jejichž produkty jsou nezbytně nutné pro udržení homeostázy a tím i vlastní existence organismu. Při těchto dějích vznikají i látky se silnými oxidačními účinky, které mohou poškozovat buněčné struktury. Jejich vysokou reaktivnost způsobuje přítomnost nepárového elektronu. Takové molekuly vstupují do radikálových reakcí, které mají několik fází. Látky podporující tyto reakce se označují jako prooxidanty. Mohou tak působit i některé v organismu běžně přítomné látky. Autooxidačně působí ionty přechodových kovů (železo, měď, molybden apod.), které jsou součástí enzymů s oxidázovou aktivitou. Mezi nejčastější a nejreaktivnější radikály vyskytující se v organismu patří volné kyslíkové radikály (VKR). Vykazují silné oxidační účinky a mohou interagovat s bílkovinami, lipidy, nukleovými kyselinami a dalšími molekulami. Tyto interakce vedou k modifikaci funkce postižených molekul a VKR se tak podílejí na vzniku některých onemocnění [48, 49, 50].

Kromě VKR se mohou tvořit např. volné dusíkové radikály (VDR). Obě tyto skupiny radikálových látek způsobují oxidační poškození DNA, což může vést až k nádorovému bujení, a jsou zapojeny i do procesu apoptózy vedoucímu k zániku buňky. Na inaktivaci radikálů se podílí kromě autoregulačních obranných reakcí organismu i antioxidační látky přijaté potravou. Mezi takové sloučeniny patří především polyfenolické látky. Jsou rozpustné ve vodě, mají však i částečně nepolární charakter a pronikají lipidovými dvojvrstvami membrán. Po chemické stránce jejich struktura obsahuje vysokou hustotu elektronů, a proto mají redukční vlastnosti. Pro antioxidační vlastnosti polyfenolů je zásadní schopnost poskytnout atom vodíku z hydroxylové skupiny částici s nepárovým elektronem, zvané volný radikál. Volný radikál, který takto vznikne z polyfenolu, je

výrazně stabilizován TT(π)-elektronovým systémem a částice ztrácí svou reaktivitu. Polyfenoly se tak v přítomnosti radikálů oxidují na ketoskupiny a množství fenolických skupin proto hraje významnou roli v množství radikálů, které je schopný příslušný fenol likvidovat. Polymerizované fenoly mají teoreticky silnější antioxidační účinky než jednoduché polyfenoly, ale je nutné si uvědomit, že tyto látky se do systémové cirkulace dostávají až po metabolizaci střevní mikroflórou, čímž je jejich účinek silně ovlivněn. Antioxidační aktivita závisí ale i na jiných strukturních vlastnostech než jen na počtu fenolických skupin, a proto jsou některé dihydroxystilbeny účinnější než stilbeny se třemi fenolickými skupinami [48, 51]. Polyfenolické sloučeniny kromě přímého vychytávání volných radikálů zvyšují celkovou antioxidační kapacitu organismu podporováním syntézy enzymů s antioxidační aktivitou [52].

K nejnebezpečnějším kyslíkovým radikálům patří hydroxylový radikál reagující s mnohými strukturami buněk, především však s lipidy a nukleovými kyselinami. Působení volných radikálů na lipidy ovlivňuje metabolismus cholesterolu, kdy při oxidaci lipoproteinů LDL zodpovědných za transport cholesterolu do tkání vede k ukládání cholesterolu v cévách a vzniku arterosklerózy. A právě některé z polyfenolických látek tento děj inhibují i při nízkých koncentracích. Sehrává zde svoji roli i alkohol. Zvyšuje koncentraci HDL lipoproteinů, které transportují cholesterol z tkání do jater, kde je transformován na žlučové kyseliny a ty se žlučí vylučují z těla ven [48, 53, 54].

3.1.2 Protisrážlivé působení

Nové výzkumy odhalují schopnost některých polyfenolů omezovat agregaci trombocytů (shlukování krevních destiček), čímž omezí riziko vzniku krevní sraženiny uvnitř cévy, vedoucí k náhlé cévní příhodě, infarktu myokardu, mozkové mrtvici. Mechanismem účinku je inhibice enzymů odpovědných za metabolismus kyseliny arachidonové, především cyklooxygenázy, která vyústí v nižší produkci prostaglandinů a leukotrienů, tedy látek zodpovědných za zánětlivé procesy v organismu. Nejnovější studie navíc doplňují tento mechanismus účinku polyfenolů přímou aktivní vazbou na specifické receptory, uložené na povrchu krevních destiček, čímž omezí jejich schopnost se shlukovat [55].

3.1.3 Protinádorové působení

V posledních letech jsou vědecky zaznamenané účinky některých polyfenolů na růst a dělení nádorových buněk. Způsoby, jak k tomu v těle dochází, jsou stále intenzivně zkoumány. Jednou z cest je indukce apoptózy, tedy spuštění programové buněčné smrti nádorové buňky, která je právě z biologického hlediska „nesmrtelná“. Má schopnost se nekontrolovatelně množit a tím poškozovat a výrazně destruovat okolní tkáň a celý organismus. Toto se děje prostřednictvím interakce s proteinkinasami, které zprostředkovávají regulaci buněčného cyklu. Druhou z cest je inhibice metabolismu nukleotidů vedoucí ke zpomalení syntézy nukleových kyselin a tím i dělení buněk. Navíc se objevuje posílení účinku nukleotidových cytostatik [56, 57]. Bylo zjištěno, že některé polyfenoly inhibují telomerázy, což jsou enzymy aktivní převážně v rychle se dělících nádorových buňkách. Jsou nejčastěji dávány do souvislosti s protektivním účinkem u maligních nádorů děložního krčku [58]. Řada polyfenolických látek navozuje u buněk stav nazývaný jako „cell cycle arrest“ (CCA). Jedná se o blok klíčových kroků buněčného cyklu, z čehož plyne neschopnost buňky vstupovat do ostatních fází buněčného cyklu a tím i neschopnost mitózy. Tyto antiproliferativní vlastnosti na nádorové buňky přímo úměrně závisely na obsahu kyseliny ellagové, delphinidinu a jiných polyfenolů vstupujících do organismu [59, 60].

Synergismem případně antagonismem polyfenolických látek vzhledem k CCA a navození apoptózy se zabývala studie zaměřená na leukemické buňky. Konkrétně se jednalo o interakce resveratrolu, kvercetinu a kyseliny ellagové. Buňky inkubované pouze s resveratrolem a kvercetinem vykazovaly sníženou životaschopnost, přičemž kvercetin byl účinnější. Samotná kyselina ellagová však nevykazovala žádné účinky. V kombinaci všech tří polyfenolů bylo možné pozorovat aditivní povahu interakce. Z nonflavonoidních polyfenolů jsou antiproliferativní vlastnosti dobře známé u resveratrolu [61]. Do protinádorových účinků lze zařadit i inhibující vliv polyfenolů na tvorbu cév. Růst a metastázování nádorů, ale i chronických zánětů je spojen s abnormální tvorbou cévní sítě [62].

Polyfenolické látky, kvercetin, resveratrol, mohou do značné míry ovlivnit i neúspěšnou nádorovou terapii. V jejich buňkách se vážou na specifický glykoprotein, který inhibují. Existují nádorová onemocnění, např. karcinom prsu, adenokarcinom kolonu, vykazující rezistenci na chemoterapii. Tyto nádory obsahují ve svých buňkách určitý glykoprotein,

který funguje jako proteinová pumpa čerpající cytostatické látky směrem ven z buňky a snižují tak jejich intracelulární koncentraci [63, 64].

3.1.4 Vliv na hladinu hormonů

Růst některých typů nádorů (karcinom prostaty, prsu aj.) je závislý na aktivaci buněčných hormonálních receptorů. Logicky mohou nízké hladiny příslušného hormonu nebo látky bránící aktivaci příslušných receptorů blokovat růst nádorů. Některé polyfenolické látky jsou svým uspořádáním blízké estrogenním hormonům (izoflavony, resveratrol) a jak bylo dokázáno, jsou schopné vázat se na estrogenní receptory [65]. Známé jsou účinky trans-resveratrolu na estrogenové receptory potvrzené mnohými studiemi. Kromě těchto vazeb resveratrol aktivuje tumorsupresorové geny nebo je schopen inhibovat antioxidační enzymy v nádorových buňkách, což má za následek intracelulární kumulaci superoxidových radikálů a poškození některých senzitivních struktur, které vedou k zániku buňky. Silné inhibiční účinky na tyto enzymy byly také u jiných stilbenových sloučenin, 4-hydroxystilben a 4,4-dihydroxystilben [66, 67]. Francouzští vědci potvrdili tuto hypotézu také u delfidinu, který se ochotně vázal na estrogenové receptory alfa. Je mimo jiné známo, že ženy mají do menopauzy nižší riziko kardiovaskulárních chorob než muži a zároveň lze podáváním samičího hormonu 17- β -estradiolu savcům zabránit poruše látkové přeměny v tepenných stěnách s ukládáním neutrálních tukových látek do cévní stěny (ateromatóze). 17- β -estradiol chrání cévy vazbou na estrogenový receptor alfa a beta, přičemž jen receptor alfa zprostředkovává účinek v kardiovaskulárním systému. Estradiol uvolňuje napětí cév a polyfenoly červeného vína mají podobnou strukturu jako tento steroidní hormon [68]. Polyfenolické látky kromě přímé interakce s estrogenními receptory mohou zasahovat i klíčové enzymy syntézy steroidních hormonů. Jejich inhibice vede k antiestrogennímu efektu, který se projeví sníženou tvorbou estrogenů [69]. Tyto účinky byly prokázány u kvercetinu a resveratrolu [70]. Naopak např. myricetin, kempferol, fenetylester kyseliny kávové a kvercetin vykazují tlumivý vliv v metabolismu mužského pohlavního hormonu, testosteronu [71].

3.1.5 Vliv na metabolismus cizorodých látek

V posledních letech se výzkum vlivu polyfenolických látek soustřeďuje na jejich působení na cytochrom P450. Klinický význam cytochromu P450 je značný, protože až 98% všech cizorodých látek je v organismu metabolizováno tímto systémem [72]. Některé potencionálně nebezpečné látky ze skupiny prokarcinogenů podléhají metabolické aktivaci

na karcinogenně účinné molekuly. Aktivační proces je většinou představován enzymatickou aktivací pomocí endogenních oxidázových systémů především pomocí cytochromu P450. Látky červeného vína jako je kvercetin, flavon, viniferin, resveratrol, katechiny, kempferol snižují aktivitu cytochromu P450 nebo jeho izoform [73, 74, 75].

3.1.6 Vliv na imunitní systém

Kromě již výše zmíněných specifických účinků polyfenolů je znám i jejich pozitivní vliv na aktivaci buněčné a látkové složky imunitního systému. Zvyšují produkci cytokinů, látek aktivujících funkci lymfocytů a NK buněk („natural killer“), které jsou schopny likvidovat nádorové buňky nebo buňky napadené virem [76].

Ze zdravotního hlediska se dá považovat, že všechny polyfenolické látky se vyznačují antioxidační aktivitou. Další a specifické účinky byly popsány u některých z nich a na celou řadu se pravděpodobně ještě čeká.

3.2 Zdravotní účinky polyfenolických látek podle vybraných podskupin

3.2.1 Hydroxyskořicové kyseliny

Hydroxyskořicové kyseliny se díky přítomnosti konjugované dvojně vazby vykazují vysokou antiradikálovou aktivitu. Významně se podílí na ochraně LDL lipoproteinů před jejich oxidací. Hlavními látkami této skupiny jsou kyselina kumarová, kyselina kávová, méně kyselina ferulová. Většina těchto kyselin je ve víně esterifikována kyselinou vinnou, ve starších vínech i etanolem. Vzhledem k poměrně vysoké koncentraci jsou tyto látky spolu s katechiny zodpovědné za podstatnou část antioxidační kapacity vína [48].

3.2.2 Stilbeny

Asi nejčastěji zmiňovaným představitelem z polyfenolů vůbec je resveratrol. Patří do skupiny stilbenů a ve víně je přítomen jako trans-resveratrol. Působením UV záření z něj vzniká cis-resveratrol o jehož účincích na organismus je dosud známo velmi málo, ač jeho koncentrace ve víně může být daleko vyšší. Resveratrol se vyskytuje i ve formě glukosidu zvaného piceid. Ještě účinnější látkou je piceatannol, jehož je však ve víně pouze malé množství [48]. Do popředí zájmu výzkumu se v poslední době dostává látka ze skupiny stilbenů a tou je vitisin. Známé jsou jeho tři formy A, B, C, z nichž nejvíce účinků je

popisováno u vitisinu A. Zajímavé je jeho působení na nervovou tkáň. Omezuje rozvoj Alzheimerovi choroby, při které dochází k zániku funkčních nervových buněk. Oproti jiným antioxidačním látkám mají stilbeny schopnost pronikat hematoencefalickou bariérou do mozku a působit ochranně i na mozek a nervové buňky. Vitisin A svými antioxidačními vlastnostmi jednak inhibuje apoptózu buněk a také přímo tlumí ireverzibilní dystrofické změny nervové tkáně, ukládání chemické substance zvané amyloid do nervových buněk, které se tím stávají nefunkční [77]. Prokázány jsou neuroprotektivní mechanismy vitisinu a jeho izoformy proti toxickému působení glutamátu na šedou kůru mozkovou [78]. Za zmínku stojí pozitivní protizánětlivé působení na kloubní chrupavku, kde inhibují tvorbu destruktivních zánětlivých mediátorů, které se podílejí na vzniku a rozvoji kloubní artrózy. Podobný mechanismus se uplatňuje při omezení projevů kožních alergických reakcí a chronických respiračních onemocnění, jako je astma [79].

3.2.3 Flavonoly

Hlavní substance ze skupiny flavonolů jsou kvercetin a myricetin, řádově v nižších koncentracích se vyskytují i kemferol a isorhamnetin. Významná je koncentrace glykosidů flavonolů, především rutinu. Biologická aktivita těchto látek se blíží stilbenům, ve víně se však vyskytují ve vyšších koncentracích [48].

O kvercetin je známo, že má dvojí účinek, v boji s arterosklerózou a v boji s rakovinou. Působí proti hromadění tukových plátů v cévách a je všestranným silným antioxidantem.

3.2.4 Antokyaniny

V červených vínech tvoří antokyaniny podstatnou část fenolických látek. Jsou však stabilní pouze v kyselém prostředí a obtížněji se vstřebávají. Jejich rozpadem vznikají hydroxybenzoové kyseliny [48]. Ve víně se vyskytuje ještě řada dalších látek fenolické povahy, o jejichž účinku je známo poměrně málo. Dosud bylo popsáno přes 200 fenolických látek a další jsou stále nacházeny. Výzkum účinků komplikuje nedostupnost většiny z nich v dostatečném množství pro biologické experimenty. Komerčně dostupných je pouze několik desítek látek. Dalším problémem je biologická dostupnost dané látky, kdy ve víně se vyskytuje ve významném množství, ale není vstřebána v zažívacím traktu, což je například případ antokyaninů. Obecně více zdraví prospěšných látek obsahují vína červená, což je dáno technologií výroby, ale ani zdravotní přínos bílých vín není zanedbatelný a některé práce dokonce ukazují větší prospěšnost pití bílého vína [48].

3.2.5 Taniny

K polyfenolickým látkám s příznivým účinkem na zažívací trakt organismu patří taniny. Jejich obsah je nejvyšší v červených vínech a koncentrace se pohybují od 0,5 g/l až do 5 nebo 6 g/l. Mají adstringentní, stahující vliv na sliznici. Jedná se v podstatě o povrchové srážení bílkovin na sliznicích. Výsledkem je smrštění tkáně. Použití taninů má tedy smysl při lokálním ošetření ran nebo při ošetření zanícené sliznice. Všechny stahující látky, tedy také taniny, způsobují v žaludečním a střevním traktu obstipaci (zácpu). Tento efekt stojí kupodivu v protikladu k aktivitě žlučníku a peristaltiky střev, kterou taniny podporují. Již malé množství červeného vína může přispět ke zmírnění průjmu. Naopak příliš velké množství taninů vede ke zvracení, bolestem žaludku, zácpě nebo také k průjmu. U červených vín, bohatých na tanin, působí alkohol pomaleji než u bílých vín, ale také déle účinkuje. Tato okolnost ulehčuje dodržování míry v pití, a proto se u červeného vína snižuje ještě více nebezpečí vytvoření závislosti [45].

3.3 Srovnání zdravotního účinku červených a bílých vín

Prof. MUDr. Milan Šamánek ve svých studiích potvrzuje zajímavý fakt, že moravské bílé víno, konkrétně Veltlínské zelené, vykazuje srovnatelné výsledky z hlediska pohledu srdečních chorob jako víno červené. Ve své studii zahrnul padesátku mužů v průměrném věku 40 let, kteří konzumovali nejdříve 3,5 dcl Veltlínského zeleného denně a za rok po stejnou dobu shodné množství Svatovavříneckého. Lékaři na začátku i na konci sledování odebrali krev na stanovení lipidů, jaterních enzymů, fibrinogenu a glukózy. Kromě toho změřili testovaným i tělesnou hmotnost a výšku. Vypočítali BMI („*Body mass index*“), tedy index tělesné hmotnosti a změřili jim krevní tlak. Z výsledků vyplynulo, že moravské bílé víno příznivě ovlivnilo důležité faktory aterosklerózy a srdečního infarktu. Již po 4 týdnech se výrazně zvýšila hladina celkového a volného HDL cholesterolu a snížila se hladina fibrinogenu, což je faktor, který snižuje riziko infarktu. Závěr výzkumu jednoznačně doporučuje pro muže 4 dcl a pro ženy 2 dcl bílého vína denně a konstatuje, že moravská bílá vína mají průkazně stejně příznivé vlastnosti, jaké se přisuzovaly pouze vínům červeným [44,79]. Víno má v malém množství kardioprotektivní efekt a platí to i pro pacienty s diabetes mellitus. Podle nejčerstvějších studií je víno v prevenci srdečních chorob lepší než jiný alkohol, otázka denní doby konzumace však zůstává zatím nedořešená. Zdá se však, že nejlepší je pití vína během večere, protože zajišťuje

fibrinolytickou aktivitu a zvýšení prospěšnějšího HDL cholesterolu ještě následující den. Na jeho pozitivní zvýšení se podílí pití vína až 80%. Dále snižuje aktivitu krevních destiček a brání jejich shlukování. Je přitom známo, že nejrizikovější časové období pro vznik kardiovaskulárních komplikací je právě časné ranní a odpolední období. Stále přitom zůstává nedořešenou otázkou uplatnění antioxidantů ve víně, zvláště v červeném. Bez alkoholu mají totiž pro snížení rizika srdečních chorob jenom malý význam [44, 80].

Tab. 6. Doporučené denní množství antioxidantních látek [81]

Antioxidant	Účinná dávka v mg
Vitamin C	250-1000 dlouhodobě v závislosti na rizikových faktorech
Beta-karoten	10-30 dlouhodobě, ale jen okolo 10 mg
Vitamin E	100-400 dlouhodobě nebo v kúrách v závislosti na riziku
Selen	50-150 dlouhodobě
Mangan	1 dlouhodobě
Zinek	10-30 dlouhodobě
Koenzym Q 10	30-150 dlouhodobě nebo v kúrách a v závislosti na riziku
Glycin	1 000-2 000 v kratších léčebných kúrách
Methionin	Stejně jako glycin
Polyfenolické látky	1 000-2 000 dlouhodobě
Pyknogenol	Dávky nejsou stanoveny

Zajímavé je srovnání doporučovaného denního množství látek s antioxidantní aktivitou uváděných v tabulce 6, na kterém se shodli světoví odborníci. Ani při dlouhodobém používání nehrozí předávkování, nejsou-li uvedená množství velmi významně překračována [81].

ZÁVĚR

Do skupiny polyfenolických látek patří více jak 8000 sloučenin. Práce se zaměřuje na ty důležitější, jenž jsou zodpovědné za kvalitativní vlastnosti červeného vína. Zabývá se obecným rozdělením a základními principy chemické přeměny s důrazem na ty procesy, při kterých vznikají látky aktivně působící na lidské zdraví. Jejich syntéza v hroznech je přímým odrazem zdravotního stavu vinice, kdy jen ze zdravých vinic jsou produkovány kvalitní hrozny s dostatečným množstvím polyfenolických látek. V procesu vinifikace můžeme ovlivnit jejich koncentraci a stabilitu. Koncentraci lze navyšovat vedle adekvátní fermentace, použitím přiměřené macerace, popř. přidáním exogenních taninů a stabilitu vína především pak šetrnou a kontrolovanou mikrooxidací. Tím je dán předpoklad pro vznik takového vína, které bude obsahovat dostatečné množství polyfenolických látek o nichž můžeme hovořit jako o zdraví prospěšných. Práce si nekladla za cíl analyzovat a srovnávat exogenní taniny s přirozeně se v hroznech vyskytujícími. Přesto můžeme konstatovat, že polyfenolické látky v hroznech přirozeně syntetizované se ve složitém procesu vinifikace lépe zapojují do mechanismů přeměn a tím jsou více stabilizovány a odolávají tak procesu stárnutí vína. Je zde důležité připomenout, že víno je alkoholickým nápojem a jeho pozitivní vliv na zdraví lidského těla je v úzké spojitosti s jeho umírněnou konzumací. Doporučované maximální množství vychází z publikovaných prací prof. Šamánka. Z dostupných zdrojů víme, že nejvíce zdravotně prospěšných látek pochází z flavonolů a stilbenů. Jejich účinky potvrzují mnohé vědecké studie. Výrazně se podílejí na snížení výskytu tzv. civilizačních chorob, do kterých řadíme onemocnění kardiovaskulárního systému a velké skupiny nádorových chorob. Tyto závažné diagnózy jsou příčinou více než 70 % úmrtnosti v lidské populaci. Z novějších vědeckých prací stojí za zmínku vliv flavonolů a stilbenů na omezení vzniku Alzheimerovy choroby a jiných neurodystrofických onemocnění, neméně důležitý je také jejich buněčně imunitně stimulující efekt.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] STÁVEK, J. *Vliv suroviny a technologie na jakostní parametry růžových vín.* Dizertační práce, Zahradnická fakulta Mendelova Univerzita v Brně, 2010.
- [2] OTREBA, J. B., BERGHOFER, E., WENDELIN, S., EDER, R. Kapacita polyfenolů a antioxdiantů v rakouských vínech z konvenční a biologické výroby hroznů. *Sdělení Klosterneuburg.* 2006, 56, s. 22-32.
- [3] MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, Ch., RÉMÉSÝ, Ch., JIMENÉZ, L. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutritio.* 2004, s. 79.
- [4] REBECA, J. R. Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Metodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2003, 51, s. 2866-2887.
- [5] FARKAŠ, J. *Technológia a biochémia vína.* Bratislava: Alfa, 1973.
- [6] STEIDL, R. *Sklepní hospodářství.* V českém jazyce vyd. 1. Valtice: Národní salon vín, 2002. ISBN 80-903-2010-4.
- [7] MIKEŠ, O. *Sledování změn obsahu fenolických kyselin v průběhu barikování vín.* Vinařský obzor. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republiky, 2004, č. 3. ISSN 1212-7884.
- [8] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2.* Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-866-59-01-1
- [9] PAVLOUŠEK, P. Antokyaniny, taniny a kvalita hroznů pro výrobu červených vín. *Vinařský obzor.* 2009, 10, s. 462-463.
- [10] FRAGA, Cesar G. *Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology.* Hoboken, N. J.: Wiley, c2010, 593 s. Wiley IUBMB series on biochemistry and molecular biology. ISBN 04-702-8721-7.
- [11] MATTIVI, F., GUZZON R., VRHOVSEK U., STEFANINI M., VELASCO R. Solid phase extraction of trans-resveratrol from wines for HPLC analysis. *Zeitschrift für Lebensmittel- Untersuchung und Forschung.* 2006, 196, s. 522–525.
- [12] KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa. 2. přeprac. vyd.* Praha: Grada, 2005. ISBN 978-802-4734-330.

- [13] ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., MELZUCH, K., HANZLÍKOVÁ, I., BUCKIOVÁ, D., KŘÍSA, B. Resveratrol. *Chemické listy*. 2001, 95, s. 602-609.
- [14] HERDERICH, M. J., SMITH, P. A. Analysis of grape and wine tannins: Methods, applications and challenges. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005, 11, s. 205-214.
- [15] EDER, R., BARNA, J., BERGER, S., GÖSSINGER, M., STEIDL, R., SCHOBER, V., SCHÖDL, H., TEUSCHLER, S. *Vady vín*. Valtice: Národní vinařské centrum, 2006, s. 168.
- [16] VIDAL, S., FRANCIS, L., GUYOT, S., MARNET, N., KWIATKOWSKI, M., GAWEL, R., CHEYNIER, V., WATERS, E. J. The Mount-feel propertiers of grape and proanthocanidins ina wine-like medium. *J. Sci. Food Agric*. 2003, 83, s. 564-573.
- [17] KUMŠTA, M. Fenolické látky červených vín – část 2.: Taniny. *Vinařský obzor*. 2008, 101, 7-8, s. 345-347.
- [18] RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., DUBOURDIEU, D. *Handbook of Enology. Volume 2. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. 2nd Edition. P. Chichester: John Wiley and Sons, 2006.
- [19] RISTIC, R., *A study of seeddevelopment and phenolic compounds in seed, skins and wines of Vitis vinifera L. cv. Shiraz*. A thesis submitted for a degrese of Doctor of Philosophy. University of Adelaide, 2004, s. 209.
- [20] KENNEDY, J. A. Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Cien. Inv. Agr*. 2008, 35/2, s. 107-120.
- [21] PEYROT DES GACHONS, C., KENNEDY, J. A. Direct method for determinig seed skin proanthocyanidin extraction in red wine. *J. Agric. Food Chem*. 2003, 51, s. 5877-5881.
- [22] CANALS, R., LLAUDY, M., VALLS, J., CANAL, J., ZAMORA, F. Influence of etanol concentracion on the extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo kapes at oferent stages of ripening. *J. Agric. Food Chem*. 2005, 53, s. 4019-4025.
- [23] CHEYNIER, V., DUENAS-PATON, M., SALA, E., MAURY, C., SOUQUET, J. M., SARNI-MONCHADO, P., FULCRAND, H. Structure and properties of wine

- pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006, 57, s. 298-305.
- [24] KUMŠTA, M. Fenolické látky červených vín – část 1.: Anthokyany. *Vinařský obzor*. 2008, 101, 5, s. 238-239.
- [25] BARANAC, J. M., PETRANOVIC, N. A., DIMITRIC-MARKOVIC, J. M. Spectrophotometric study of anthocyan copigmentation reactions. 2. Malvin and the nonglycosidized flavone quercetin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, 45, s. 1694-1697.
- [26] JEONG, S. T., GOTO-YAMAMOTO, N., HASHIZUME, K., ESAKA, M. Expression of multi-copy flavonoid pathway genes coincides with anthocyanin, flavonol and flavan-3-ol accumulation of grapevine. *Vitis*. 2008, 47, 3, s. 135-140.
- [27] SACCHI, K. L., BISSON, L. F., ADAMS, O. D. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2005, 56, s. 197-206.
- [28] RIBEREAU-GAYON, P. Recherches sur les anthocyanes des végétaux. Application au genre vitis. *Revue générale de Botanique*. 1959, 66, č. 1, s. 1-103.
- [29] MIKEŠ, O., VRCHOTOVÁ, N., TRÍŠKA, J., KYSELÁKOVÁ, M., ŠMIDRKAL, J. Distribution of major polyphenolic compounds in vine grapes of different cultivars growing in South Moravian vineyards. *Czech Journal of Food Sciences*. 2008, 26, s. 182-189.
- [30] FARINES, V., SALMON, C., GOURRIN, CH., MULINAZZ, W., BLAISE, A. Tanins et copeaux : intérêt dans la stabilisation de la couleur des vins rouges issus de thermovinification. *Revue des Oenologues*. 2008, 121, 7, s. 57-60.
- [31] STEIDL, R., LEINDL, G. *Zrání vína v sudech barrique*. V českém jazyce vyd. 1. Valtice: Národní salon vín, 2003. 71 s. ISBN 80-903-2011-2.
- [32] STEIDL, R., LEINDL, G. *Cesta ke špičkovému vínu*. 1. vyd. Valtice: Národní salon vín, 2004. 67 s. ISBN 80-903-2014-7.
- [33] DEL ÁLAMO ET AL. A ARAPITSAS ET AL. Účinek dubových granulí a hoblin na kvašení a zrání Merlotu a Chardonnay. *Revue des Oenologues*. 2006, 121, 10, s. 9-12, zpracoval KONEČNÝ, A. *Vinařský obzor* 2007, 100, 4, s. 175.

- [34] CAMPBELL, J. I., POLLNITZ, A. P., SEFTON, M. A., HERDERICH, M. J. Les facteurs determinant incidence des copeaux de chene sur les caractéristiques sensorielles des vins. *Revue des Oenologues*. 2007, 123, 4, s. 11-15.
- [35] ŘÍHOVÁ, T. Fyzikálně-chemické vlastnosti různých typů dubových třisek (pilin) ve výrobě vín. *Vinařský obzor*. 2010, 9, s. 439.
- [36] PAVLOUŠEK, P. Využití mikrooxidace při výrobě červených vín. *Vinařský obzor*. 2009, 102, 11, s. 504-505.
- [37] PARISH, M., WOLLAN, D., PAUL, R. Micro-oxydenation – A Review. *Australian and New Zealand Grapergrower and Winemaker M.*, 2000, s. 47-50.
- [38] GUERRA, C., GLORIES, Y., *Actualités Oenologiques. Vème Symposium International D'oenologie de Bordeaux*. Paris, Tec. et Doc. Lavoisier, 1996.
- [39] FISHER, U., NOBLE, A. C. The effect of ethanol, catechin concentration and pH, on sourness and bitterness of wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1994, 49, s. 23-33.
- [40] FULCRAND, H., DUENAS, M., SALAS, E., CHEYNIER, V. Phenolic reactions during winemaking and aging. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006, 57, s. 289-297.
- [41] BALÍK, J., LEINDL, G., *Anthokyaninová barviva v hroznech a vínech: Anthocyanin pigments in grapes and wines*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 108 s. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-80-7375-412-9.
- [42] SOMERS, T. C., EVANS, M. E. Spectral evaluacion of young red wines: Anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, "Chemical Age". *Journal od Agricultural and Food Chemistry*, 1977, 28, s. 279-287.
- [43] KRAUS, V. Dietetické vlastnosti stolních hroznů a jejich užívání, *Vinařský obzor*. 2003, 96, 5, s. 240-241.
- [44] ŠAMÁNEK, M., URBANOVÁ, Z. *Víno na zdraví*. 1st ed. Praha: Agentura Lucie, 2010. ISBN 978-80-87138-17-5.
- [45] SALFELLNER, H. *Víno a Medicína*. Praha: Vitalis, 1992. ISBN 80-901370-0-8.

- [46] JONES, F. *Víno: každý den sklenku pro zdraví*. Praha: Knižní klub, 1998. 235 s. ISBN 80-717-6756-5.
- [47] BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev.* 1998, 56, s. 317-33.
- [48] KUMŠTA, M. Zdraví prospěšné látky ve víně. *Vinařský obzor.* 2006, 99, 1-2, s. 48-49.
- [49] AUST, S. D., CHIGNELL, C. F., BRAY, T. M., KALYANARAMAN, B., MASON, R. P. Free radicals in toxicology. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1993, 120, s. 168-178.
- [50] STOHS, S. J. The role of free radicals in toxicity and disease. *J. Basic Clin. Physiol. Pharmacol.* 1995, 6, s. 205-208.
- [51] CAI, Y. J., FANG, J. G., MA, L. P., YANG, L., LIU, Z. L. Inhibition of free radical-induced peroxidation of rat liver microsomes by resveratrol and its analogues. *Biochem. Biophys. Acta.* 2003, 1637, s. 31-38.
- [52] ZENDULKA, O. Testování hypolipidemického účinku a antioxidačních vlastností resveratrolu a preparátu Claret. Brno, VFU Brno, 1999.
- [53] GHISELLI, A., NARDINI, M., BALDI, A., SCACCINI, C. Antioxidant Activity of Different Phenolic Fractions Separated from an Italian Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 1998, 46, s. 361-367.
- [54] BURNS, J., GARDEN, P. T. at al. Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2000, 48, s. 220-230.
- [55] PACE-ASCIAK, C. R., HAHN, S., DIAMANDIS, E. P., SOLEAS, G., GOLDBERG, D. M. The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoid synthesis for protection against coronary heart disease. *Clinica Chimica Acta.* 1995, 235, s. 207-219.
- [56] HORVATH, Z., SAIKO, P. at al. Synergistic action of resveratrol, an ingredient of wine, with Ara-C and tiazofurin in HL-60 human promyelocytic leukemia cells. *Experimental Hematology.* 2005, 33, s. 329-335.
- [57] FULDA, S., DEBAKTIN, K. M. Sensitization for tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand-induced apoptosis by the chemopreventive agent resveratrol. *Cancel Research.* 2004, 64, s. 337-346.

- [58] YOKOYAMA, M., NOGUCHI, M., NAKAO, Y., PATER, A., IWASAKA, T. The tea polyphenol, (-)-epigallocatechin gallate effects on growth, apoptosis, and telomerase activity in cervical cell lines. *Gynecol. Oncol.* 2004, 92, s. 197-204.
- [59] JURANIC, Z., ZIZAK, Z., TASIC, S., PETROVIC, S., NIDZOVIC, S., LEPOSAVIC, A., STANOJKOVIC, T. Antiproliferative action of water extracts of seeds or pulp of five different raspberry cultivars. *Food Chemistry.* 2005, 93, s. 39-45.
- [60] MARTIN, S., FAVOT, L., MATZ, R., LUGNIER, C., ANDRIANTSITOHAINA, R. Delphinidin inhibits endothelial cell proliferation and cell cycle progression through a transient activation of ERK-1/-2. *Biochem. Pharmacol.* 2003, 65, s. 669-75.
- [61] GAO, X., DEEB, D., MEDIA, J., DIVINE, G., JIANG, H., CHAPMAN, R. A., GAUTAM, S. C. Immunomodulatory activity of resveratrol: discrepant in vitro and in vivo immunological effects. *Biochem. Pharmacol.* 2003, 66, s. 2427-35.
- [62] CAO, Y., CAO, R., BRAKENHIELM, E. Antiangiogenic mechanisms of diet-derived polyphenols. *J. Nutr. Biochem.* 2002, 13, s. 380-390.
- [63] JODOIN, J., DEMEULE, M., BELIVEAU, R. Inhibition of the multidrug resistance P-glycoprotein activity by green tea polyphenols. *Biochem. Biophys. Acta.* 2002, 1542, s. 149-159.
- [64] COORAY, H. C., JANVILISRI, T., VAN VEEN, H. W., HLADKY, S. B., BARRAND, M. A. Interaction of the breast cancer resistance protein with plant polyphenols. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2004, 317, s. 269-275.
- [65] BOWERS, J. L. T. V. V. J. S. C. K. C. M. Resveratrol acts as a mixed agonist/antagonist for estrogen receptors alpha and beta. *Endocrinology.* 2000, 141, s. 3657-3667.
- [66] LE CORRE, L., FUSTIER, P., CHALABI, N., BIGNON, Y. J., BERNARD-GALLON, D. Effects of resveratrol on the expression of a panel of genes interacting with the BRCA1 oncosuppressor in human breast cell lines. *Clin. Chem. Acta.* 2004, 344, s. 115-21.
- [67] HO, S. M. *Journal of Cell Biochemistry,* 91, 2004, s. 491-503.
- [68] CHALOPIN, M., TESSE, A., MARTINEZ, M. C. et al. Estrogen receptor alpha as a key target of red wine polyphenols action on the endothelium. *PLoS. ONE.* 2010, 5, 1, s. 8554.

- [69] WAY, T. D., LEE, H. H., KAO, M. C., LIN, J. K. Black tea polyphenol theaflavins inhibit aromatase activity and attenuate tamoxifen resistance in HER2/neu-transfected human breast cancer cells through tyrosine kinase suppression. *Eur. J. Cancer*. 2004, 40, s. 2165-2174.
- [70] OTAKE, Y., NOLAN, A. L., WALLE, U. K., WALLE, T. Quercetin and resveratrol potently reduce estrogen sulfotransferase activity in normal human mammary epithelial cells. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 2000, 73, s. 265-270.
- [71] HIIPAKKA, R. A., ZHANG, H. Z., DAI, W., DAI, Q., LIAO, S. Structure-activity relationships for inhibition of human 5 α -reductases by polyphenols. *Biochem. Pharmacol.* 2002, 63, s. 1165-1176.
- [72] DOSTÁLEK, M., JANOŠTIKOVÁ, E., JUŘICA, J., ZAHRADNIKOVÁ, L. *Farmakokinetika*. Praha: Grada Publishing, 2006.
- [73] MOON, Y. J., WANG, X., MORRIS, M. E. Dietary flavonoids: effects on xenobiotic and carcinogen metabolism. *Toxicol. In Vitro*. 2006, 20, s. 187-210.
- [74] MUTO, S., FUJITA, K., YAMAZAKI, Y., KAMATAKI, T. Inhibition by green tea catechins of metabolic activation of procarcinogens by human cytochrome P450. *Mutat Res.* 2001, 4, 479, s. 197-206.
- [75] PIVER, B., BERTHOU, F., DREANO, Y., LUCAS, D. Inhibition of CYP3A, CYP1A and CYP2E1 activities by resveratrol and other non volatile red wine components. *Toxicol Lett.* 2001, 125, s. 83-91.
- [76] FALCHETTI, R., FUGGETTA, M. P., LANZILLI, G., TRICARICO, M., RAVAGNAN, G. Effects of resveratrol on human immune cell function. *Life Sci.* 2001, 70, s. 81-96.
- [77] JANG, M. H. PIAO, X. L., KIM, H. Y. Resveratrol oligomers from *Vitis amurensis* attenuate Beta-amyloid-induced oxidative stress in PC12 cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2007, 30, 6, 1130-1134 s., ISSN 0918-6158.
- [78] CHUNG, I., YEO, M., KIM, S. Neuroprotective effects of resveratrol derivatives from the roots of *Vitis thunbergii* var. *sinuata* against glutamate-induced neurotoxicity in primary cultured rat cortical cells. *Human and experimental toxicology*. 2001, 30, 9, 1404-1408 s., ISSN 0960-3271.
- [79] HUANG, K., MAO LIN, CHENG, G. Anti-inflammatory tetramers of resveratrol from the roots of *Vitis* and the conformations of the seven-membered ring in some oligostilbenes. *Phytochemistry*. 2001, 58, 2, 357-362 s., ISSN 0031-9422.

-
- [80] MÁDR, D., MACÍK, J. *Pít víno je zdravé*. Brno: MAMA marketing, s.r.o, 2004. ISBN 80-239-3898-3.
- [81] FOŘT, P. *Zdraví a potravní doplňky*. Praha: Euromedia Group, 2011. ISBN 978-80-86938-96-7.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UV	Ultrafialové záření
pH	Chemická veličina pro určení kyselosti
mg	Miligram
l	Litr
g	Gram
°C	Stupně Celsia
mm	Milimetr
EU	Evropská unie
hl	Hektolitr
SO ₂	Oxid siřičitý
VKR	Volné kyslíkové radikály
VDR	Volné dusíkové radikály
DNA	Deoxyribonucleic acid
HDL	High density lipoprotein
LDL	Low density lipoprotein
CCA	Cell cycle arrest
NK	Natural killer
dcl	Decilitr
BMI	Body mass index

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Strukturní vzorce derivátů kyseliny skořicové.....	12
Obr. 2. Strukturní vzorce derivátů kyseliny benzoové.....	13
Obr. 3. Strukturní vzorce flavonolů.....	13
Obr. 4. Strukturní vzorce stilbenů.....	14
Obr. 5. Hrozen révy vinné napadený plísní <i>Botrytis cinerea</i>	15
Obr. 6. Základní struk. vzorec antokyaninu s vazebnými místy.....	16
Obr. 7. Obecná struktura flavonoidních látek.....	20
Obr. 8. Chemický vzorec ellagotaniinu.....	26

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Koncentrace trans-resveratrolu ve slupkách hroznu.....	15
Tab. 2. Rozmístění fenolických látek v bobulích hroznů.....	21
Tab. 3. Tvorba fenolových látek v průběhu zrání hroznů.....	22
Tab. 4. Porovnání obsahů fenolických látek bílých a červených vín.....	23
Tab. 5. Obsah polyfenolických látek ve vybraných potravinách.....	32
Tab. 6. Doporučené denní množství antioxidačních látek.....	40