

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Hodnocení kvality vín

Alexandra Bolková

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alexandra Bolková**
Osobní číslo: **C17345**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Hodnocení kvality vín**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši zabývající se vinnou révou, výrobou vína a jeho vlastnostmi. Detailněji se poté zaměřte na látky obsažené v plodech vinné révy a ve víně a jejich analýzu, dále na hodnocení kvality vína.
2. Závěry kriticky zhodnoťte

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:
Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Bajer, Ph.D.**
Katedra analytické chemie
Konzultant bakalářské práce: **doc. Ing. Petra Bajerová, Ph.D.**
Katedra analytické chemie
Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2019**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 28. 6. 2019



Alexandra Bolková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucí bakalářské práce panu Ing. Tomášovi Bajerovi, Ph.D. za ochotu, přátelský přístup a cenné rady, které mi poskytoval v průběhu psaní této práce. Také bych chtěla poděkovat své rodině za podporu v průběhu mého studia.

ANOTACE

Bakalářská práce je rešeršní a zabývá se hodnocením kvality vína. Úvodní část práce je zaměřena na historii pěstování a výroby vína a na chemické složení hroznů. Další kapitoly pojednávají o technologii výroby vína a hodnocením kvality vín po smyslové i analytické stránce. Část práce je věnována faktorům, které ovlivňují výslednou kvalitu vín, jako je sběr hroznů či nedostatky, vady a choroby vína. Závěrečná kapitola je věnována zdravotním aspektům konzumace vína.

KLÍČOVÁ SLOVA

víno, složení hroznů, hodnocení kvality vín, výroba vína, vady a choroby vína

TITLE

Evaluation of wine quality

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with the evaluation of wine quality. The introductory part of the thesis is focused on the history of wine growing and production and on the chemical composition of grapes. The next chapters deal with the technology of wine production and the evaluation of wine quality in terms of sensory and analytical aspects. Part of the work is devoted to factors that influence the final quality of wines, such as grape picking or deficiencies, defects and diseases of wine. The final chapter informs about health aspects of wine consumption.

KEYWORDS

wine, composition of grapes, wine evaluation, wine production, defects and diseases of wine

Obsah

1	HISTORIE PĚSTOVÁNÍ A VÝROBY VÍNA	13
1.1	Historie vinohradnictví a vinařství ve světě.....	13
1.2	Historie vinohradnictví a vinařství na území ČR.....	14
2	RÉVA VINNÁ.....	17
2.1	Morfologie a fyziologie révy vinné.....	17
2.2	Zralost a sklizeň hroznů	19
3	VÍNO.....	22
3.1	Klasifikace révového vína.....	22
4	CHEMICKÉ SLOŽENÍ VINNÝCH HROZNŮ A VÍNA.....	26
4.1	Voda	26
4.2	Sacharidy.....	26
4.3	Organické kyseliny.....	27
4.4	Minerální látky	28
4.5	Polyfenolické látky.....	29
4.6	Těkavé látky	30
4.7	Sloučeniny obsahující dusík.....	31
5	TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA	32
5.1	Technologie výroby bílého a červeného vína	32
5.2	Technologie výroby růžového vína (Rosé) a klaretu	40
5.3	Technologie výroby šumivých a perlivých vín.....	41
5.3.1	Šumivé víno	41
5.3.2	Perlivé víno	43
6	HODNOCENÍ KVALITY VÍNA.....	44
6.1	Senzorické hodnocení vína	44
6.2	Chemické hodnocení vína	49

7	CHOROBY, VADY A NEDOSTATKY VÍNA	58
7.1	Choroby vína.....	58
7.1.1	Virové choroby	58
7.1.2	Bakteriální choroby.....	58
7.1.3	Fytoplazmy u révy vinné	61
7.2	Vady a nedostatky vína	61
7.3	Škůdci révy vinné.....	63
8	ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE VÍNA	64
9	ZÁVĚR	69
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70

SEZNAM ZKRATEK

AAS	<i>Atomic absorption spectroscopy</i> ; atomová absorpční spektroskopie
CIE	<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i> ; Mezinárodní komise pro osvětlování
CVD	<i>Cardiovascular disease</i> ; kardiovaskulárních onemocnění
DM 2	<i>Diabetes mellitus 2. typu</i>
ELSD	<i>evaporative light scattering detector</i>
FAN	<i>free amino nitrogen</i> , „volný dusík z aminokyselin“
FTIR	<i>Fourier transform infrared (spectroscopy)</i> ; Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
GC	<i>Gas chromatography</i> ; plynová chromatografie
GC-FID	<i>Gas Chromatography – Flame Ionization Detector</i> ; plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem
GC-MS	<i>Gas chromatography-mass spectrometry</i> ; Plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem
HILIC	<i>Hydrophilic interaction liquid chromatography</i> ; hydrofilní interakční kapalinová chromatografie
HDL	<i>high density lipoproteins</i> ; lipoproteiny s vysokou hustotou
HPLC	<i>High performance liquid chromatography</i> ; vysokoúčinná kapalinová chromatografie
LC-MS	<i>Liquid chromatography–mass spectrometry</i> ; Kapalinová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií
MS	<i>Mass spectrometry</i> ; hmotnostní spektrometrie
NADPH	Nikotinamidadenin dinukleotidfosfát
NIRS	<i>near infrared spectroscopy</i> ; blízká infračervená spektroskopie
NM	normalizovaný moštoměr

NMR	<i>Nuclear magnetic resonance</i> ; nukleární magnetická rezonance
OIV	<i>International Vine and Wine Office</i> ; Mezinárodní úřadu pro révu a víno
pH	<i>potential of hydrogen</i> , záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových iontů
PGF-2 α -III	prostaglandin F-2 α -III
RI	<i>infrared</i> ; infračervená
RT-PCR	<i>Reverse transcription polymerase chain reaction</i> ; transkripční polymerázová řetězová reakce
SPE	<i>solid – phase extraction</i> ; extrakce tuhou fází
SPE-SPME	<i>Solid phase extraction – Solid phase micro extraction</i> ; <i>extrakce tuhou fází a mikroextrakce tuhou fází</i>
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
TA	<i>Titrateable acids</i> ; titrovatelné kyseliny
TAG	triacylglyceroly
tPA	tkáňový aktivátor plazminogenu
ELISA	Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay
UV	<i>ultraviolet</i> ; ultrafialová
vWF	Von Willebrandův faktor

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Mapa České republiky zobrazující vinařské oblasti	16
Obrázek 2: Hlavní organické kyseliny vyskytující se v hroznech	28

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozdělení vín podle obsahu minimální cukernatosti a alkoholu:	23
Tabulka 2: Podle stáří se víno dělí na mladé, zralé a archivní	24
Tabulka 3: Rozdělení vín podle zbytkového cukru	24
Tabulka 4: Obsah jednotlivých skupin fenolických látek v bílých a červených vínech	30
Tabulka 5: Významné estery vytvořené kvasinkami ve víně a jejich aromatické projevy	30
Tabulka 6: Důležité kvalitativní parametry a možnosti jejich stanovení	44
Tabulka 7: Původní metody pro stanovení obsahu alkoholu v lihovinách a vínu	51
Tabulka 8: Virové choroby	59
Tabulka 9: Bakteriální choroby	60
Tabulka 10: Vady a nedostatky vína	62
Tabulka 11: Přehled nejčastějších škůdců révy vinné	63

ÚVOD

Úvodní kapitola bakalářské práce popisuje historii vinohradnictví a vinařství ve světě a na území České republiky. Víno je jedním z nejstarších a nejoblíbenějších nápojů na světě. Po celá tisíciletí hrály fermentované nápoje významnou roli ve většině společností z celého světa. Znalost hroznů a vína je stejně stará jako kulturní dějiny lidstva. Není tedy pochyb o tom, že vinařství patří k nejstarším oborům lidské činnosti všech dob.

V dnešní době se již vyrábí nespočet kvalitních vín, větší rozmanitosti a ve vyšší kvalitě než kdykoli předtím v historii. Víno je vyráběno různými způsoby, odlišných chutí a úrovní kvality. Vedle vinařů existují v průmyslu i jiní „odborníci“, kteří jsou odpovědní za hodnocení kvality vína – řada spisovatelů, kritiků vína, sommelierů a obchodníků s vínem. Toto rozsáhlé zázemí a složitá povaha kvality vína se odráží také v rozmanitosti názorů na toto téma. Kvalitu lze ovšem určit za předpokladu, že existuje přesné vymezení a shoda ohledně toho, jaké atributy tvoří určitý produkt. Nejrozsáhlejší kapitola této práce je věnována především hodnocení kvality vína z hlediska senzoričského i chemického.

Předložená práce se také zabývá látkovým složením vína a vinných hroznů, klasifikací révového vína a technologií výroby vína. Víno se vyrábí na většině kontinentech a jeho chemické složení je hluboce ovlivněno vinařskými technikami, odrůdami, původem a klimatickými faktory.

Závěrem se práce zaměřuje na choroby, vady vína a zdravotní hlediska jeho pravidelné konzumace.

1 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ A VÝROBY VÍNA

1.1 Historie vinohradnictví a vinařství ve světě

Mezi prvními zpracovanými potravinami, vyrobenými a konzumovanými lidmi, byly fermentované potraviny. Jejich popularita vychází z žádaných vlastností, jako je prodloužená doba skladovatelnosti, zvýšená bezpečnost, zvýšená nutriční hodnota a zvláštní smyslové vlastnosti. Archeologické záznamy o víně mají více než 7,5 tisíc let starou historii. Kde a kdy se vyvinul rod *Vitis* (réva), je však nejasné [1, 2].

Ke kultivaci a domestikaci vinné révy došlo mezi 7. a 4. tisíciletím př. n. l. v zeměpisné oblasti mezi Černým mořem a Íránem. Z této oblasti se kultivované formy rozšířily lidmi na Blízký a Střední východ a také do střední Evropy. V důsledku toho se tato centra mohla podílet na sekundární domestikaci [3, 4].

Nepřímý důkaz starobylého vinařství poskytuje objev významného množství vinifikačních zbytků (zbytků kyseliny vinné) s terebintovou pryskyřicí (pozn. ze stromu Řečík terebintový) v hliněných nádobách z konce 7. tisíciletí př. n. l. například z neolitické vesnice Jiahu v Číně. Kromě technických problémů spojených s identifikací vinných zbytků existuje také problém, definovat, co přesně zahrnuje pojem víno [1, 2, 5].

Nejstarší důkaz o výrobě vína, datovaný do roku 5400 – 5000 př. n. l, byl nalezen v lokalitě Hajji Firuz Tepe v severních horách Zagros v Mezopotámii. Kolem roku 3500 př. n. l. bylo vinařství a octárenství na vysoké úrovni ve staré Mezopotámii, a především v Egyptě. Egypťané se nepovažují za jedny z prvních vinařů, nicméně jako první o víně psali a zobrazovali výrobu a pití vína ve svých malbách. V Egyptě bylo víno prestižním produktem konzumovaným především vyšší třídou a královskou rodinou. Víno bylo nabízeno v každodenních chrámových rituálech, na pohřebních hostinách a používalo se také při lékařských ošetřeních [2, 5]. Zbytky vína byly také nalezeny v jasně identifikovaných vinných amforách v mnoha starodávných egyptských hrobech, začínajících přinejmenším u krále Semerketa (1. dynastie, 2920 – 2770 př. n. l). Nejstarší a největší vinice se nacházely poblíž dnešního města Alexandrie. Podobné důkazy pocházejí z pozůstatků extrakce hroznové šťávy v neolitické lokalitě *Dikili Tash* v Řecku ve stejném období. V Řecku a na Krétě se začátek vinařství datuje okolo 5. tisíciletí př. n. l. V Itálii nejstarší svědectví o pěstování vinné révy pochází z 9. století př. n. l. Ve Španělsku a v Maghrebu se zdá, že fénický vliv v 1. polovině posledního tisíciletí př. n. l. hrál významnou roli při vytváření a rozvoji vinařství [1, 2, 3, 6].

V současné době se vědci domnívají, že vznik vinařství ve Francii souvisel se založením města Marseille (600 př. n. l.) řeckými kolonisty z maloasijského přístavu Fókaiia. Vinařství se v jižní Francii v 5. století př. n. l. rychle rozšířilo. Důležitou roli v tomto procesu měly významné pobřežní burzy a obchodní centra, jako bylo město Lattes. Po dobytí Římany bylo vinařství zavedeno i v regionu Languedoc a velmi prosperovalo od konce 1. století do 2. století. Prostřednictvím trasy „*Narbonnaise*“ (město na jihu Francie) se v 1. století př. n. l. vinařství rozšířila do bývalého francouzského regionu Akvitánie (západní Francie). Během stejného období se rozšířila také na sever do údolí Rhône, Loiry a Seiny. Když výroba vína v oblasti Narbonnaise začala ohrožovat hegemonii italských vín, císař Domitian nařídil zničení poloviny regionálních vinic. Archeologické výzkumy odhalily značný rozvoj vinařství mezi 1. a koncem 2. století. Od 4. století, zatímco křesťanská víra rozšířila svůj vliv v celé Evropě, vinařství znovu prožilo geografickou expanzi [3, 7]

Nicméně, morfologická kritéria pro identifikaci archeologických pozůstatků (semen a dřeva) připisovaných révě vinné jsou velmi neúplná a starodávné texty, jež uvádějí různé druhy kultivované révy, nejsou využitelné k charakterizaci starých odrůd [8].

Charakterizace tvarů kultivovaných odrůd v kombinaci s genetickými údaji by měla umožnit lepší pochopení změn, ke kterým během domestikace došlo [3].

1.2 Historie vinohradnictví a vinařství na území ČR

Keltové byli pravděpodobně první identifikovatelná etnicko-kulturní skupina na území dnešní České republiky a je tak součástí jejich evropské pravlasti, která se rozkládala někde mezi dnešní Českou republikou, severní Itálií a východní Francií. Keltové byli nejpravděpodobněji ti, kdo na našem území začali ve velkém konzumovat víno a možná i pěstovat révu vinnou, přestože počátky českého vinohradnictví bývají většinou spojovány až s Římany [9, 10, 11].

V době svého největšího rozmachu zaujímal Říše římská značnou část Evropy. Římská kultura, jejíž součástí bylo i pěstování révy, výroba vína a samozřejmě i jeho konzumace, se na území dnešní ČR dostávala díky obchodníkům a římským vojskům. Římský císař Probus, který vládl v letech 276 – 282, nařídil vysazovat vinice v římských koloniích za Alpami. Více vznikaly vinice v Rakousku, ovšem římská posádka vybudovala opěrný bod na kopci pod Pálavou a vysadila na Pálavě první vinice [10, 12, 13, 14].

Ke značnému rozšíření vinic na našem území došlo v období Velkomoravské říše, tedy během 9. a 10. stol. n. l. Významnou roli v šíření vinařství v raném středověku hrály klášterní komunity. Byli to mniši, kdo zakládali vinice, pěstovali révu vinnou a vyráběli víno. Nejstarší dochovaný záznam o českých vinicích je z roku 1057, kdy kníže Svyatopluk II. věnoval vinice poblíž Litoměřic tamějšímu kapitulnímu kostelu. Naopak první písemná zmínka o vinicích na Moravě je z roku 1101 a nachází se v zakládací listině benediktinského kláštera v Třebíči, který byl obdarován několika vinicemi. Během celého 13. století se zásluhou klášterů hromadně zakládaly souvislé celky vinic [9, 10, 14].

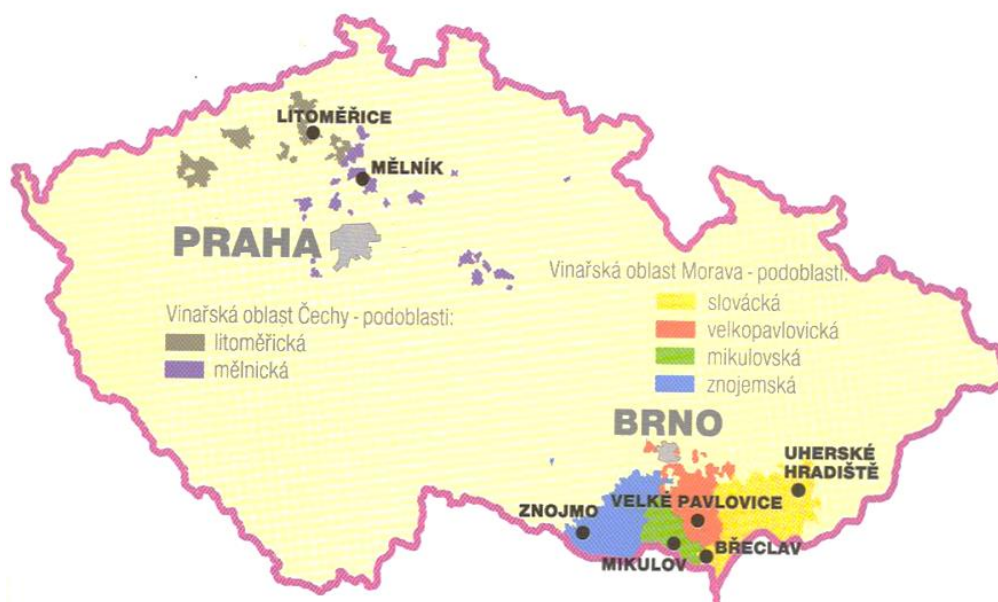
Legenda říká, že první česká vinice nedaleko města Mělník, byla založena sv. Václavem (907 – 935), českým králem, který byl považován za patrona českého vinařského regionu. Dalším vladařem, který se zasloužil zásadním způsobem o rozvoj vinařství, byl v roce 1358 císař Karel IV. (1316 – 1378) [14].

Přikázal: „... Zakládat vinice na všech horách obrácených k poledni do vzdálenosti 3 míle kolem Prahy. Každý, kdo takové hory vlastní, má začít se zakládáním do 14 dní po vydání tohoto privilegia. Kdo by sám zakládati nechtěl nebo nemohl, ať na jeho pozemku zakládá ten, komu jej perkmistr propůjčí. Kdo vinici založí, bude ode dne, kdy se zakládáním započal, po 12 let od všech daní a dávek svoboden. Počínaje 13. rokem bude odevzdávat majiteli pozemku desátek a králi z každé vinice půl džberu (30,5 litru) vína ročně ...“ [15].

V roce 1368 byly Hustopeče, Mikulov a Znojmo pokládány za největší moravská vinařská střediska. V roce 1370 byl u nás takový přebytek vína, že musel císař Karel IV. zakázat dovoz cizích vín. Nejrozšířenější vinice byly za vlády Jiřího z Poděbrad a Jagellonců. Roku 1497 vydal Vladislav Jagellonský nařízení o povinném zápisu veškerých vinic do viničných gruntovních knih a zavedl kontrolu jakosti všech vín [11, 13, 15].

Současnost v ČR

V České republice se nacházejí dva významné regiony pěstování révy vinné, tj. **v Čechách** a **na Moravě** (viz Obrázek 1). Vinařská oblast **jižní Morava** se člení na podoblast **Znojemskou, Mikulovskou, Velkopavlovickou** a **Slováckou**. Vinařská oblast Čechy zahrnuje dvě podoblasti – **Mělnickou** a **Litoměřickou** (okolí Kutné Hory, Karlštejna, Mělníka, Polabí a Mostu). Pěstováním a výrobou se zabývá několik velkých firem, významný je však počet vinařských podniků střední a menší velikosti. Velmi významné místo mezi vinaři mají i tzv. malovinaři. Jedná se o nejpočetnější skupinu pěstitelů révy vinné a výrobců vína. Celková plocha osazených vinic v ČR má rozlohu přes 18 000 ha a obhospodařuje ji až 20 tisíc pěstitelů. Z pěstovaných odrůd bílého vína u nás převládá *Müller Thurgau*, Veltlínské zelené, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský či *Sauvignon*. Mezi modrými odrůdami dominuje Svatovavřínecké, *Zweigeltrebe*, Frankovka, Rulandské modré a Modrý portugal [10, 16, 17].



Obrázek 1: Mapa České republiky zobrazující vinařské oblasti. Zdroj obrázku [18]

Současnost ve světě

Mezi nejvýznamnější vinařské země patří Itálie, Francie, Španělsko a Portugalsko, dále také Argentina, Austrálie, Chile a USA [1, 2].

2 RÉVA VINNÁ

„Réva vinná“ nebo „vinná réva“? Správné botanické označení této kulturní rostliny je **réva vinná – *Vitis vinifera***. Latinské *Vitis* určuje jméno rodové, které v češtině znamená réva, přívlastek *vinifera* značí jméno druhové, tj. vinná. Druhový přívlastek „*vinifera*“ vznikl sloučením jazykových základů slov „*vinum*“ (česky „víno“) a „*ferens*“ (česky „nesoucí“). V překladu tedy znamená „přinášející víno“ [17, 19].

Patří do čeledi révovitých (*Vitaceae*), která obsahuje okolo 60 interfertilních divokých druhů *Vitis* nacházejících se v Asii, Severní Americe a Evropě v subtropických, středomořských a kontinentálně mírných klimatických podmínkách. Jedná se o vyšší dvouděložné rostliny, jejichž plodem jsou bobule. Rod *Vitis* se skládá z 48 druhů rozdělených mezi 30° a 50° severní šířky na všech kontinentech od Japonska až do západní části Spojených států. Pouze jeden druh, *V. vinifera*, pochází z Evropy a z Blízkého východu, 12 druhů pochází z Asie a 35 pochází ze Severní Ameriky [5]. V průběhu času získal *Vitis* jako jediný druh významný ekonomický zájem. Některé další druhy například severoamerické *Vitis rupestris*, *V. riparia* nebo *V. berlandieri* se využívají jako chovní podnož kvůli jejich nižší odolnosti vůči virovým patogenům, jako je *Phylloxera*, *Oidium* a různé druhy plísní. Velkou většinu kultivarů, které byly široce pěstovány k přímé konzumaci, k sušení a kandování, a především jako surovina pro výrobu vína a dalších nápojů a oleje, byly zařazeny jako *Vitis vinifera L. sup. vinifera* (nebo *sativa*), pocházejících z divokých forem (*Vitis vinifera L. sup. sylvestris (Gmelin) Hegi*) [8, 17].

Réva vinná je v celosvětovém měřítku ekonomicky nejvýznamnější plodinou. Plocha světových vinic představuje 7,66 mil. ha, z toho největší rozlohu zauímají vinice v Evropě (57,9 %), následuje Asie (21,3 %) a Amerika (13 %). Zemědělské odvětví, které se zabývá pěstováním a zkoumáním révy vinné, se nazývá vinařství [3, 8, 17]. Vědecky se vínem a jeho výrobou (vinařstvím) a pěstováním vinné révy (vinohradnictvím) zabývá **enologie**.

2.1 Morfologie a fyziologie révy vinné

Znalost morfologie révového keře a funkcí jednotlivých částí představuje nezbytný základ pro jeho pěstování. **Révový keř** je možné rozdělit na **podzemní** a **nadzemní část**. Podzemní část je tvořena kořenovým systémem a nadzemní část tvoří dřevnaté a zelené části keře. Květenství se přeměňuje na souplodí – **hrozen**, složený z bobulí. Hrozen si zachovává základní morfologické znaky květenství. Skládá se ze **stopky**, **třapiny** a **bobulí** [17].

Plodem révy vinné je bobule. **Bobule** se skládá ze skupiny pletiv nazývaných **perikarp** (oplodí), která obklopují semena. Perikarp se rozděluje na **exokarp** (slupku), **mezokarp** (dužninu) a **endokarp** (pletivo ohraničující semena) [17].

Bobule vinných hroznů jsou menší velikosti, mají silnější slupku a intenzivnější chuť než bobule stolních hroznů. Nejsou příliš vhodné k jídlu, protože mají mnohem intenzivnější kyselost a vysokou koncentraci taninů (hlavně u červených hroznů), ale právě tyto fyzikální a chuťové rozdíly podmiňují charakteristické vlastnosti vína [1, 17].

Slupku bobule tvoří kutikula, epidermis a hypodermis. Kutikula je vrstva na povrchu bobule a v závislosti na odrůdě může být různě silná. Její tloušťka se u odrůd *Vitis vinifera L.* pohybuje mezi 1,5 – 4,0 μm . Koncentrace cukrů v buňkách slupky je velmi nízká. Slupka obsahuje zejména kyselinu citronovou. Obsah kyselin (a tudíž i hodnota pH) je ve slupce vyšší než v dužnině. Slupku charakterizuje také obsah sekundárních metabolitů, předně fenolické látky – antokyanová barviva, taniny a též aromatické látky [16, 17].

Dužnina obsahuje většinu cukrů a kyselin, bývá rovněž bohatá na kationy, z nichž nejvýznamnější je draslík, dále následuje vápník, hořčík, sodík a zinek. V dužnině se nachází pouze 20 – 25 % z celkového obsahu dusíku v bobulích. Hlavními dusíkatými složkami jsou amonné ionty, aminokyseliny a bílkoviny. Sekundární metabolity v dužnině zastupují aromatické látky. Hlavní objem dužniny zabírá nadměrná vakuola, ve které je uložena šťáva, obklopená membránou, která snadno praskne tlakem. Hlavním úkolem drcení hroznů je rozbití bobulí tak, aby se mohla šťáva uvolnit z buněčné dřeně. Šťáva z hroznů je ve většině případů bledě barevná (kromě odrůd *Tenturier*) a je extrahována z plodů před fermentací při výrobě bílého vína. Při výrobě červeného vína se slupka, dužnina a šťáva fermentují dohromady [1, 17].

Velikost bobulí má vliv na procentuální obsah šťávy, např. *Palomino* má velké bobule s latentně velkým množstvím šťávy ve srovnání s malými bobulemi, jako je *Chenin Blanc*. Během fermentace hroznů se slupkou, při výrobě červeného vína, se buněčné stěny stávají poréznějšími a uvolňují šťávu mnohem snadněji, takže kvašení se slupkou vede k vyššímu výtěžku vína. Pokud jsou hrozny nadměrně zralé nebo botrytizované (seschlá bobule révy vinné, cibéba; obvykle napadená ušlechtilou plísní *Botrytis cinerea*), obtížně se lisují a výtěžky šťávy jsou nižší [1, 13, 17].

Třapina tvoří 3 až 7 % hmotnosti hroznů v závislosti na odrůdě a plodech, přičemž některé kultivary (např. *Cinsaut*) mají nízké procento, zatímco jiné (jako Cabernet Sauvignon a Muscat d'Alexandrie) mají vysoké procentuální zastoupení třapin. Třapina vzniká změnou osy květenství, při níž se zvětšují mechanická a vodivá pletiva. Chemické složení třapiny se podobá listům – obsahuje málo cukrů, průměrnou koncentraci kyselin (nejvíce kyselina vinná a jablečná), a to především ve formě solí. Třapiny také obsahují vysoké množství fenolických látek, tříslovin a rostlinných barviv. Obsah vody v třapině se pohybuje od 35 % do 90 %. Z počátku je třapina zelená, postupně hnědne a dřevnatí. Bobule ke třapině upevňují stopečky [1, 17].

Zařízení používané k rozdrčení hroznů by nemělo poškodit stonky z nevyzrálých třapin, neboť by mohlo dojít k uvolnění nepříjemných, adstringentních (svíravých) látek do šťávy. Hrozny s nevyzrálými, zelenými třapinami je nutné odstopkovat, neboť jsou bohaté na třísloviny [1].

Semena náleží k typu anatropních semen. Ve zralém stavu má semeno hruškovitý tvar s prodlouženým zobáčkem, ve kterém se nachází klíček a na opačné straně žlábek. Délka semen bývá 3 – 8 mm a činí 0 – 6 % z celkové hmotnosti bobule. Semena představují významný zdroj fenolických látek (až 20 – 55 %). Původně jsou zelená a postupem zrání hnědou a ztrácí hmotnost [13, 17].

2.2 Zralost a sklizeň hroznů

Prvotním předpokladem sklizně, v optimální technologické zralosti hroznů, je stanovit si již na začátku požadavky na kvalitu hroznů v době sklizně ve vztahu k typu vína a těmto představám podřídí ošetřování vinice a termín sklizně. Agrotechnické zásahy ve vinici a požadavky na sklizeň musí být přizpůsobeny určitému cíli. Zákonitě na to navazuje i plánována technologie zpracování hroznů, což je velmi důležité především u červených vín. U bílých vín hraje hlavní roli použití vhodného kmene kvasinek, případně vhodné macerace hroznů, k extrakci vyššího množství aromatických látek [16, 20].

Uvádí se, že úroveň zralosti hroznů je prvním faktorem a rozhodně jedním z nejdůležitějších faktorů při určování jakosti vína. Zralost hroznů je spojena s odrůdami révy, podmínkami pěstování nebo *terroir*. Pojem *terroir* [teroá] zahrnuje stanoviště pro pěstování révy vinné se všemi faktory, které na révu vinnou v přírodních podmínkách působí. Nejdůležitějšími složkami *terroir* jsou geologická podloží vinice a z něho vyplývající půdní podmínky, topografické parametry vinice a konkrétní klimatické podmínky [1, 21, 22].

Určení nejlepší doby sklizně vyžaduje zkušenost a pečlivé ohodnocení kvality hroznů. V minulosti se hrozny ve vinicích sklízely zpravidla v „**průmyslové zralosti**“, která korespondovala pouze s vysokým obsahem cukrů při, pokud možno, vysokém výnosu, ostatní kvalitativní parametry se nebraly příliš v úvahu. Vinaře v současnosti zajímají především „**fyziologická zralost**“ a „**technologická zralost**“ [16, 20, 23].

„**Fyziologická zralost**“ hroznů je spojena se zralostí semen, která by měla být schopná klíčit. S vyzríváním semen souvisí i vyzrívání všech ostatních orgánů keře (listů, letorostů a především hroznů a třapin). Fyziologicky mají zralá semena hnědou barvu, třapiny hroznů také postupně dřevnatí, slupka bobule má typické odrůdové zbarvení a bobule se stává průhlednou, a tak je možné dobře rozeznat semena uvnitř [2,16].

„**Technologická zralost**“ velmi úzce navazuje na fyziologickou zralost, kterou je možné také označit za enologický potenciál. Měla by být stanovována na základě obsahu cukrů, kyselin, pH, ale především jejich aromatického a fenolického potenciálu neboli aromatické a fenolické vlastnosti. Technologická zralost souvisí s typem vína, který chce výrobce vyrobit, tzn. pro lehké, svěží, aromatické červené víno je vhodná jiná technologická zralost než pro těžké, plné červené víno určené pro zrání v dřevěných sudech [16, 20].

Vývoj bobule začíná po odkvětu révy vinné, přibližně v polovině června, a dělí se do tří hlavních vývojových fází:

1. vývojová fáze bobule: trvá přibližně 35 – 65 dnů, v závislosti na odrůdě a pěstitelských podmínkách. Během této doby se začínají vytvářet bobule a zároveň i základy semen. V prvních 30 – 40 dnech dochází k intenzivnímu dělení a zvětšování buněk bobule. V tomto období se rozhoduje o výnosu. Významný vliv mají klimatické faktory, mezi které patří teplo a srážky. Dominantní je především tvorba organických kyselin a prekurzorů fenolických a aromatických látek. Organické kyseliny v bobulích mají roli potenciálních kvalitativních ukazatelů zralosti [2]. V první fázi se odehrává intenzivní metabolická aktivita charakterizovaná zvýšenou respirací a rychlou akumulací kyselin. Tvorba kyseliny jablečné probíhá blíže k termínu zaměkání bobulí. Na počátku první fáze se vytvářejí také hydroxyskořicové kyseliny. Ty se nacházejí ve slupce a dužnině bobulí a jsou prekurzory těkavých fenolů, které vznikají v průběhu výroby vína. V této fázi dochází k hromadění taninů, které jsou důležité z hlediska kvality hroznů pro výrobu červených vín. Tato vývojová fáze se označuje také jako „bylinný růst bobule“ [16, 17, 22].

2. vývojová fáze bobule – je obdobím pomalého růstu bobule (tzv. *lag phase*), v jehož průběhu začíná její vybarvování trvá 8 – 15 dnů v závislosti na různých faktorech (odrodně, stanovišti,...). Začíná se výrazněji měnit chemické složení bobulí. Dochází k hromadění cukrů, fenolických a aromatických látek. Naopak se snižuje obsah organických kyselin [17].

3. vývojová fáze bobule – tzv. dozrávání hroznů. Fáze dozrávání trvá 35 – 55 dnů a dochází při ní k akumulaci cukrů, anthokyanových barviv i některých skupin aromatických, minerálních a dusíkatých látek. Snižuje se naopak obsah organických kyselin (např. kyselina jablečná), některých skupin aromatických látek (methoxypyraziny) a taninů. Vývoj bobulí v této fázi rozhoduje o kvalitě hroznů pro výrobu vína [16, 17].

3 VÍNO

Víno pochází z latinského slova *vinum*. Je to nápoj vzniklý fermentací ovocných šťáv kvasinkami po nezbytném zpracování. Hlavní surovinou pro výrobu vína je hroznové víno, ale pro stejný účel lze použít i jiné druhy ovoce, jako jsou jablka či různé bobulovité plody [6].

3.1 Klasifikace réвовého vína

V nejširším smyslu neexistuje obecně uznávaný systém klasifikace vín. Mohou být seskupeny na základě různých vlastností, např. podle obsahu oxidu uhličitého, alkoholu (viz Tabulka 1) ale také podle stáří (viz Tabulka 2) či cukru (viz Tabulka 3), barvy nebo stylistického, odrůdového a zeměpisného původu [2, 6, 22, 24].

Vína se také rozdělují na vína bez původu a vína s původem (Tabulka 1). **Víno bez původu** neboli **stolní**, je víno, které může pocházet z hroznů vyprodukovaných v kterékoli zemi Evropské unie. Je to nejnižší kategorie vín. Uvádí se, že rozdělení stolních vín na červené, bílé a růžové, je nejstarším klasifikačním systémem pro vinařství a zohledňuje odlišné rozdíly v chuti, používání a v metodách výroby [1]. Stolní vína jsou také dělena do kategorií „stálých“ = tichých“ vín a „šumivých“ vín, v závislosti na obsahu oxidu uhličitého ve víně.

Vína s původem se dělí na **zemské**, **jakostní** (odrůdové a známkové), **jakostní víno s přívlastkem** (kabinetní víno, pozdní sběr, výběr z hroznů, výběr z bobulí) a speciální vína (ledové víno, slámové víno, výběr z cibéb) – viz Tabulka 1 [1, 2, 12, 24].

Vína se dělí dle technologie zpracování na **vína stolní**, **dezertní**, **dezertní kořeněná**, **vína šumivá** (jakostní šumivé víno = sekt; jakostní šumivé víno stanovené oblasti; pěstitelský sekt; aromatické jakostní šumivé víno a aromatické jakostní šumivé víno stanovené oblasti) a na **vína perlivá** (perlivé víno dosycené oxidem uhličitým; jakostní perlivé víno); **likérová vína** (jakostní likérové víno) a **víno originální certifikace** či **nízkoalkoholické víno** (méně než 6 % alkoholu) [1, 12, 24]

Podle obsahu alkoholu jsou vína označována jako „stolní“ (obsah alkoholu v rozmezí 9 až 14 % objemu) a „fortifikovaná“ (obsah alkoholu v rozmezí 17 až 22 % objemu) [2].

Tabulka 1: Rozdělení vín podle obsahu minimální cukernatosti a alkoholu; Zdroj [1, 12, 24]

Kategorie vín	Minimální cukernatost hroznů [°NM]	Přirozený obsah alkoholu [obj. %]	Charakteristické vlastnosti
Stolní víno	11		většina vín; nejvyšší počet podkategorií; na etiketě nesmí být uveden název odrůdy, vinařské oblasti ani ročník; mošt lze přislažovat sladidly a chemicky stabilizovat
Zemské víno	14		mezistupeň mezi stolním a jakostním vínem; vína by měla odrážet charakter vinařského území a dotvářet jeho folklor; přesně definované odrůdy pro výrobu tohoto vína
Jakostní víno			výroba vína musí proběhnout ve vinařské oblasti, v níž byly hrozny sklizeny
Známkové	15 – 19		víno vyrobené ze směsi hroznů sklizených v určité oblasti, případně smísením jakostních vín
Odrůdové	15 – 19		víno vyrobené nejvýše ze 3 odrůd, jež jsou určeny pro výrobu jakostních vín
Jakostní víno s přívlastkem			nejvyšší kategorie vín ČR vyráběných v souladu s aktuálním vinařským zákonem; nesmí se žádnými způsoby zvyšovat cukernatost a tím i obsah alkoholu; základním požadavkem je tuzemský původ a ruční sklizeň; nesmí být konzervována chemickými látkami, pouze SO ₂
Kabinetní víno	19 – 21	11,3	lehčí, suchá, příjemně pitelná vína; delší zrání v lahvi, lepší ucelení poměru mezi extraktivními látkami a kyselina; víno může být vyrobeno nejvýše ze 3 odrůd
Pozdní sběr	21	12,5	kvalitní, extraktivní; suchá či polosuchá vína; považována za nejlepší suchá vína s přívlastkem pozdní sběr
Výběr z hroznů	24	14,3	kvalitní, extraktivní; suchá či polosuchá vína; získávána z nejlepších částí hroznů sklizených v pozdějších termínech, proto dosahují vyšší cukernatosti
Výběr z bobulí	27	16,1	extraktivní, polosladká či sladká vína; vyrobená z vybraných hroznů, které zrály velmi dlouho na vinici
Speciální vína			
Výběr z cibéb	32	10 – 13	vysoká extraktivnost, velmi plná chuť; z přezrálých hroznů či z hroznů infikovaných ušlechtilou šedou plísní (<i>Botrytis cinerea</i>), dehydratace bobulí, která vede ke zvýšení koncentrace cukru; typický vysoký obsah přírodního cukru a obvykle nižší obsah alkoholu
Ledové víno	27	8 – 10 (12 – 15)	velice kvalitní aromatická sladká vína; široká distribuce v chladných oblastech; hrozny sklizeny a zpracovány při -7 °C a nižších teplotách;
Slámové víno	27	do 10	vyrobeno z hroznů, které byly před zpracováním skladovány na slámě, na střeších, slaměných rohožích či rákosu po dobu nejméně 3 měsíců; víno má syté žlutou barvu, velmi extraktivní, sladká s výrazným buketem a velkým podílem zbytkového cukru; vhodné k přípitkům

Tabulka 2: Podle stáří se víno dělí na mladé, zralé a archivní

Víno	Charakteristika	Zdroje
mladé	svěží, konzumované nejpozději do konce kalendářního roku, ve kterém sklizeň proběhla	[6, 2, 24, 22]
zralé	na vrcholu kvality, připravené stáčení do lahví nebo vyzrálé v lahvích	
archivní	víno uváděné do oběhu nejméně 3 roky po roku sklizně hroznů	

Tabulka 3: Rozdělení vín podle zbytkového cukru

Rozdělení vín	Obsah zbytkového cukru [g/l]	Typické odrůdy	Poznámky	Zdroje
Suchá	maximálně 4	Sauvignon, Ryzlink rýnský, Rulandské šedé	kyselější, řízná chuť; výborně osvěží; při podávání by mělo předcházet vínům sladším	[6, 2, 22, 24]
Polosuchá	4,1 – 12	Muškat moravský, Tramín červený	sladší než suché; bílá, červená i růžová polosuchá vína se vyznačují vyšší koncentrací alkoholu a výraznější buket	
Polosladká	12,1 – 45	Hibernal, Pálava, Ryzlink vlašský, Frankovka	v průměru oblíbenější mezi ženami	
Sladká	minimálně 45	Tokaj, Pálava, Furmint	vyráběna z velmi sladkých (tj. dlouho uzrálých hroznů); dominují mezi nimi přívlastková vína, včetně specialit v podobě slámového či ledového vína	

Šumivá vína

Šumivé víno a jakostní šumivé víno (sekt) obsahuje významnou koncentraci rozpuštěného oxidu uhličitého, který se zpravidla uvolní při otevření lahve. Existuje široká škála těchto vín, která se liší v závislosti na použitých odrůdách hroznů a způsobu výroby. Označení „šampaňské“, se smí používat jen pro vína z francouzské vinařské oblasti *Champagne*. Vyrábí se ze tří odrůd hroznů, a to *Pinot noir*, *Pinot menieur* a *Chardonnay* [1].

Šumivá vína se často klasifikují způsobem výroby. Tři hlavní techniky jsou **tradiční** (*Champenoise*), *Charmat* a *Asti*. Při výrobě se používají kvasinky k produkci oxidu uhličitého, který produkuje šumění [2].

Rozdělení šumivých vín dle zbytkového cukru (g/l):

- **Brut natur** („přírodně tvrdé“) do 3 g/l cukru
- **Extra brut** („zvláště tvrdé“) 0 – 6 g/l
- **Brut** („tvrdé“) 0 – 15 g/l
- **Extra-dry** („zvláště suché“) 12 – 17 g/l
- **Sec, „dry“** („suché“) 17 – 35 g/l
- **Demi-sec, „medium-sec“** („polosuché“) 33 – 50 g/l
- **Doux, „sweet“** („sladké“) > 50 g/l [25].

Fortifikované víno (dezertní a předkrmové víno)

Fortifikované víno je víno, které prošlo procesem fortifikace, během které jsou do vína přidávány látky většinou za účelem dosažení větší sladkosti a vyššího obsahu alkoholu. Bez ohledu na označení jsou vína v této kategorii obvykle spotřebovávána v malých množstvích a jsou zřídka zcela spotřebovávána krátce po otevření. Jejich vysoký obsah alkoholu omezuje mikrobiální znehodnocení a jejich výrazná chuť a odolnost vůči oxidaci často umožňují, aby zůstaly stabilní i týdny po otevření. Toto jsou žádoucí vlastnosti pro vína konzumována v malých množstvích. Výjimky jsou *fino sherry* a *vintage* portské, neboť ztrácejí své charakteristické vlastnosti několik měsíců po plnění lahví, nebo respektive několik hodin po otevření [2].

Organické víno

U organických vín se očekává, že neobsahují syntetické pesticidy, hnojiva nebo jiné syntetické příměsi, které by mohly pro lidské zdraví nebo životní prostředí představovat vyšší riziko než konvenční zemědělství. Během posledních deseti let se produkce organického vína výrazně zvýšila a představuje téměř 5 % celkové produkce na trhu s vínem. Důvody, které vedou spotřebitele k preferenci ekologického vína se liší, od obav o zdraví k povědomí o životním prostředí a zájmu o *terroir* a celkovému vnímání, že organická vína mají vyšší hodnotu než tradiční vína [26].

4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VINNÝCH HROZNŮ A VÍNA

4.1 Voda

Voda je základní složkou hroznů. Působí jako rozpouštědlo těkavých a pevných chemických sloučenin. Je také velmi důležitá jako prostředí chemických reakcí během fermentace a zrání vína. Téměř 99 % jejího celkového obsahu v moštu přijímá réva vinná kořenovým systémem z půdy. Růst plodů souvisí s dostupností vody v půdě. Voda obsažená ve víně pochází výlučně z hroznů (legislativa ČR neumožňuje přidávat do révového vína vodu). Protože je voda přefiltrována rostlinou, neobsahuje choroboplodné bakterie [2, 17].

4.2 Sacharidy

Cukry jsou důležité při fermentaci vína kvasinkami, jejichž výsledným produktem je alkohol a oxid uhličitý. Vína obsahují zbytkový nebo přidaný cukr a mají díky němu sladkou chuť. Pokles koncentrace cukru způsobí hořkost, kyselost a tříslovitou chuť. Obsah cukru v hroznech určuje množství alkoholu přítomného ve víně po fermentaci, a proto ovlivňuje druh vína, který má být vyroben. Nejdůležitějšími dvěma cukry z 95 – 99 % jsou hexózy **D-glukóza** a **D-fruktóza**, které se vyskytují ve zralých hroznech přibližně ve stejném množství (1 : 1), zbytek je tvořen **sacharózou**. Fruktóza je dvakrát sladší než glukóza. Cukry tvoří více než 90 % rozpustných látek ve zralých bobulích, zbytek tvoří organické kyseliny. Zvyšují plnost, texturu a extrakt vína. Koncentrace cukru se měří jako hustota a vyjadřuje se různými jednotkami v různých regionech produkujících víno [1, 6].

Koncentrace cukru se často měří přístrojem moštoměrem (také zvaný cukroměr či Oechsleho vážky) v jednotkách °Oechsle (souvisí se specifickou hmotností moštu, ve skutečnosti $^{\circ}\text{Oe} = [\text{specifická hmotnost} - 1,00] \times 1000$) či v °Brix nebo °Balling. Ve fyziologicky zralých hroznech se obsah cukru může pohybovat od 18 do 26 °B (g/100 g), ale v přezrálých a botrytizovaných hroznech může být koncentrace cukru mnohem vyšší než 30 °B [1, 27].

Zatímco nekvašený hroznový mošt obsahuje přibližně stejné množství glukózy a fruktózy, producenti vína se na celém světě často potýkají s vysokou zbytkovou hladinou fruktózy (> 2 g/l), což může způsobit např. nežádoucí sladkost suchého vína [28].

4.3 Organické kyseliny

Druhou nejvýznamnější skupinou obsahových látek v bobulích jsou organické kyseliny. Organické kyseliny (viz Obrázek 2) významně přispívají ke skladbě, stabilitě a organoleptickým vlastnostem vín, zejména u bílých vín. Jejich konzervační vlastnosti zvyšují mikrobiologickou a fyzikálně chemickou stabilitu vína. Největší zastoupení má **kyselina vinná** a **kyselina jablečná**, jež tvoří 70 – 90 % všech organických kyselin, jako přírodní antimikrobiální látky, jež se nacházejí v bobulích vinné révy. V malém množství se v hroznech vyskytuje rovněž **kyselina citronová**. Tyto kyseliny jsou zodpovědné za poměrně vysokou kyselost a nízké pH hroznů ve srovnání s jinými druhy ovoce a způsobují ostrou chuť vína. Šťáva ze zralých bobulí obsahuje 5 – 10 g/l organických kyselin [2, 12].

Kyselina vinná, v přírodě nepříliš rozšířená, je typická právě pro hrozny. Jedná se o poměrně silnou kyselinu, která udává pH v řádu 3,0 – 3,5. Je zodpovědná za jejich kyselou chuť a na konci fáze vegetačního růstu mohou koncentrace v nezralých hroznech dosahovat až 15 g/l. Vínany pocházející z vinařského průmyslu jsou hlavním zdrojem kyseliny vinné, využívané v potravinářském a nápojovém průmyslu (nealkoholické nápoje, čokolády, koláče, konzervy atd.) Tato kyselina se používá také pro lékařské účely (jako projímadlo), pro barvení tkanin nebo jako přísada do opalovacích krémů. Tartrazin, diazový derivát kyseliny vinné, je žluté barvivo hedvábí a vlny, ale také se používá jako potravinářské barvivo pod referenčním označením E102 [4].

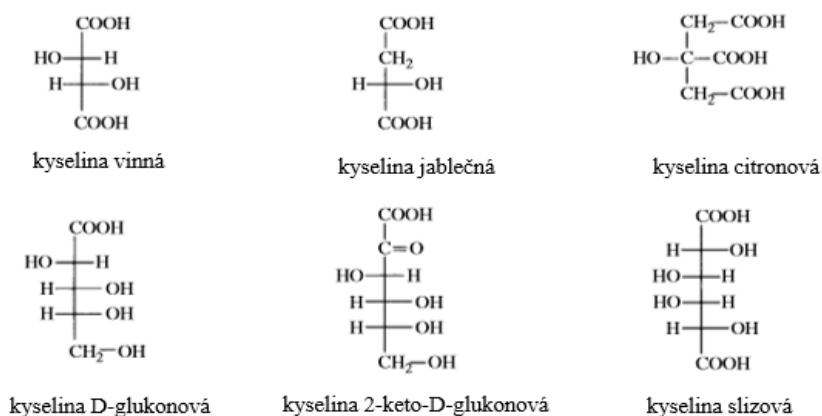
Kyselina jablečná je kromě hroznů přítomna hlavně v zelených jablcích (odtud její název), dále např. v bílém a červeném rybízů a v rebarboře. Šťáva ze zelených hroznů, těsně před změnou barvy, může obsahovat až 25 g/l kyseliny jablečné. Během dvou týdnů, po prvních známkách změny barvy, klesá obsah kyseliny jablečné na polovinu, částečně kvůli zvětšené velikosti hroznů. V mladém víně se odbourává biologickou činností mléčných bakterií za vzniku kyseliny mléčné a oxidu uhličitého. Sensoricky je kyselina jablečná ve víně vnímaná jako ostrá, pichlavá kyselina a snahou vinařů je vyrábět víno s nízkým obsahem kyseliny jablečné [4, 16].

Koncentrace a složení kyselin v bobulích závisí na odrůdě a průběhu počasí v konkrétním ročníku. Změnu obsahu kyselin v hroznech způsobuje především snižování obsahu kyseliny jablečné, který se od zaměkání bobulí snižuje vlivem oslunění hroznů a tím zvýšení teploty bobulí. Kyselina vinná je stabilnější a její obsah v hroznech se mění pouze velmi málo. Změna je ovlivňována výživou vinné révy draslíkem s následnou tvorbou

draselných solí, anebo naředěním obsahu bobulí vodou při intenzivních srážkách v době zrání hroznů. Kyseliny ovlivňují hlavně sensorický projev vyrobeného vína, ale zároveň mohou sloužit i jako konzervační činidlo. U bílých vín je vyšší obsah kyselin pozitivní, protože podporuje svěžest chuti a zvýrazňuje aromatický projev vína. U modrých odrůd je z pohledu chuťových vlastností vína žádoucí nižší obsah kyseliny jablečné. Chuťově drsnější kyselina jablečná se ve víně odbourává využitím jablečno-mléčné fermentace či ji lze snížit některými kmeny kvasinek [1, 6, 16, 27].

Kyseliny mléčná, jantarová a octová mohou být přítomny ve velmi malých koncentracích, ale jsou obvykle známkou mikrobiálního poškození. Koncentrace kyseliny vinné klesá během fermentace kvůli vysrážení vinanu draselného, který je méně rozpustný v alkoholu než ve vodě [4, 6].

Hrozný a víno obsahují kyselinu benzoovou a kyselinu skořicovou. Koncentrace jsou v rozmezí 100 – 200 mg/l v červeném víně a 10 – 20 mg/l v bílém víně. Ve vínech byl dále potvrzen výskyt sedmi derivátů kyseliny benzoové (C6 – C1) [27].



Obrázek 2: Hlavní organické kyseliny vyskytující se v hroznech, Převzato a přeloženo z: Zdroj: [29].

4.4 Minerální látky

Na obsah minerálních látek v hroznech a ve víně má velký vliv půda (plus hnojení) a její geologický původ a zároveň počasí. Na suchých místech a v létech s malým množstvím srážek je jejich obsah nižší. V hroznech se minerální látky podílejí především na tvorbě chuťových vlastností a extraktu vína [16]. Celkové množství se uvádí jako „obsah popelovin“ a v hroznech bývá od 0,2 do 0,6 % [2, 22]. Nejdůležitějšími složkami v popelu jsou kationty **K⁺**, **Mg²⁺**, **Ca²⁺** a **Fe³⁺**, stejně jako **uhličitany**, **oxidy**, **fosforečnany** a **sírany**. Vápník ovlivňuje pozitivně chuťové a aromatické vlastnosti vín a v bílých vínech se vyskytuje v množství cca 100 až 200 mg/l. Hořčík se vyskytuje převážně v červeném víně, a to v množství 50 – 200 g/l. Hořčík může ve vysokých koncentracích způsobovat nahořklou

chuť vína. Draslík je ve víně obsažen v množství 160 – 2500 mg/l. Obsah draslíku je také důležitý, neboť draselné soli organických kyselin se mohou vysrážet jako vinan draselný nebo jablečno-vinan draselný, pokud není víno řádně stabilizováno. Železo je zastoupeno především v červeném víně, a to v množství 4 – 10 g/l. Vyšší množství železa se odstraňuje z vína čířením. Kyselina křemičitá se ve vínech vyskytuje v množství 30 – 70 mg/l. Anionty chlóru se vyskytují ve vínech v menších množstvích, a to 20 – 400 mg/l [6, 16].

4.5 Polyfenolické látky

Víno (zejména červené víno) obsahuje řadu polyfenolů, které mají žádoucí biologické vlastnosti. Ve složení a obsahu fenolických látek v hroznech a vínech existuje výrazný rozdíl mezi odrůdami určenými pro výrobu bílých a červených vín. Tyto látky jsou v hroznech rozloženy a nejvíce je jich obsaženo v pecičkách (asi polovina z celkového množství). Kolem 40 % je v třapínách, 6 % ve slupkách a zbytek v dužnině. Mají baktericidní, antioxidační a vitamínové vlastnosti, které chrání před kardiovaskulárními chorobami a jsou zodpovědné za tzv. „francouzský paradox“. Červené víno obsahuje desetkrát více fenolických sloučenin než bílé víno [16, 27, 30].

Fenolické sloučeniny nacházející se ve víně zahrnují **flavonoidy** (85 %, hromadí se ve slupce, semenech a třapíně), jako jsou flavanoly, flavonoly a antokyany a **ne-flavonoidní sloučeniny** (hromadí se v dužnině), jako jsou fenolové kyseliny, fenoly a stilbeny [31].

Mezi **fenolové kyseliny** například patří kyselina p-kumarová, skořicová, kávová, gentisová, ferulová a vanilová, mezi **trihydroxy stilbeny** se řadí například resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilben), a polydatin a zástupci **flavonoidů (flavan-3-olů)** jsou katechin, jeho isomer epikatechin, (epi)galocatechin, (epi)galocatechin galát, (epi)katechinový glykosid a quercetin. Studie z roku 2018 [32] potvrdila přítomnost nové flavan-3-ol sloučeniny, a to epikatechin-3-O-vanilátu, nacházející se v semenech hroznů a v červeném víně.

Fenoly jsou skupina chemických sloučenin, které ovlivňují barvu vína, strukturu, adstringenci (svíravost) a hořkost. Fenoly (viz Tabulka 4) [8], které jsou přítomny ve slupkách bílých hroznů, jsou bezbarvé, ale mohou mít vliv na oxidační potenciál vína. Obvykle se jedná o **ne-flavonoidy** a zahrnují kyselinu benzoovou a kyselinu skořicovou, ale mohou být také přítomny **flavonoidy** a menší trísloviny. Při dostatečně vysokých koncentracích mohou být posledně uvedené sloučeniny adstringentní a hořké. Anthokyany a barevné trísloviny jsou zodpovědné za barvu červeného vína a nacházejí se ve slupkách

červených hroznů. Taniny ve slupkách, stoncích a semenech mohou pozitivně přispět ke struktuře vína, pokud nejsou přítomny v nadměrné míře [6, 27, 30].

Tabulka 4: Obsah skupin fenolických látek v bílých a červených vínech.

Skupina fenolických látek	Bílá vína		Červená vína		Zdroj	
	Mladá	Starší	Mladá	Starší		
Ne-flavonoidy						
Hydroxyskořicové kyseliny	154	130	165	60	[6, 8]	
Hydroxybenzoová kyselina	100	15	60	60		
Hydrolyzovatelné taniny	0	100	0	250		
Stilbeny (Resveratrol)	0,5	0,5	7	7		
Celkový obsah [mg/l]	164,5	245,5	232	37		
Flavonoidy						
Monomerní flavonoly	25	15	200	100		
Proanthokyanidy a kondenz. taniny	20	25	750	1000		
Flavonoly	–	–	100	100		
Anthokyaniny	–	–	400	9		
Ostatní	–	–	50	75		
Celkový obsah [mg/l]	45	40	1500	1365		
Fenoly celkově	209,5	285,5	1732	174		

4.6 Těkavé látky

Kvasinky mají vliv na tvorbu těkavých látek ve víně, zejména esterů a vyšších alkoholů. Tvorba esterů pomocí kvasinek v průběhu kvašení může mít významný vliv na vývoj ovocného aroma ve víně. Následující Tabulka 5 ukazuje nejvýznamnější estery, které se mohou vyskytovat ve víně a popis jejich aromatického projevu. Koncentrace esterů ve víně je ovlivněna druhem kvasinek a použitým kmenem kvasinek a závisí na rovnováze mezi syntézou a hydrolýzou esterů v průběhu kvašení a po něm [16, 27].

Tabulka 5: Významné estery tvořené kvasinkami ve víně a jejich aromatické projevy

Těkavé sloučeniny	Popis aromatického projevu	Zdroje
ethylpropanoát	ovocný	[16,27]
ethyl-2-methylpropanoát	ovocný, sladké ovoce	
ethylbutanoát	kyselé ovoce	
ethyl3-methylbutanoát	bobuloviny	
ethylhexanoát	zelené jablko	
ethylaktát	jahoda	
ethyloktanoát	sladké mýdlo	
ethyldekanoát	příjemné, mýdlové	
ethyladodekanoát	mýdlové	
ethylacetát	ovocný, odlakovač (ve vysoké koncentraci)	
2-methylpropylacetát	banán, ovocný	
2-methylbutylacetát	banán, ovocný	
hexylacetát	sladký, parfém	
2-fenylethylacetát	květinový	

Acetaldehyd je jednou z nejdůležitějších sensorických karbonylových sloučenin ve víně a tvoří přibližně 90 % celkového obsahu aldehydů ve víně. Tvorba je buď přímo spojena s oxidační úrovní vína a tím i s expozicí kyslíku či je acetaldehyd tvořen činností mikroorganismů, jako jsou kvasinky a bakterie. Množství tvořené kvasinkami závisí na jejich druhu [33]. V průměru obsahují červená vína 30 mg/litr acetaldehydu, bílé víno 80 mg/l a *Sherries* 300 mg/l. Vysoká úroveň v *Sherries* je považována za jedinečnou vlastnost tohoto vína. Při nízkých koncentracích může acetaldehyd přispívat k vzniku příjemné ovocné vůně; při vyšších koncentracích je však aroma považováno za vadu a připomíná jablka. Prahová hodnota ve víně se pohybuje mezi 100 a 125 mg/litr [34].

Etylacetát je nejběžnějším esterem ve vínech, který vzniká esterifikační reakcí mezi ethanolem a kyselinou octovou. Jeho tvorba vede ke kontaminaci bakterií *Acetobacter spp.* a dalšími aerobními bakteriemi, které převádějí alkohol produkovaný kvasinkami na kyselinu octovou a poskytují nezaměnitelnou a obvykle nežádoucí vůni odlakovače nehtů (acetonu). Znatelný acetonový charakter by měl být považován za závažnou vadu a víno za nevhodné ke konzumaci, zvláště pokud je koncentrace etylacetátu vyšší než 120 mg/l [34].

4.7 Sloučeniny obsahující dusík

V hroznech se mohou vyskytovat dusíkaté látky v různých formách, převážně jako aminokyseliny, proteiny a amonné sloučeniny. Kvasinky a bakterie potřebují zdroje dusíku k vytvoření polypeptidů a proteinů v buněčných strukturách. Celkové organické dusíkové zastoupení v moštu se pohybuje od 60 mg/l až do 2400 mg/l, v závislosti na kultivaru, úrovni zralosti a klimatických podmínkách během růstu. V chladnějších regionech a vinicích bude koncentrace aminokyselin v bobulích vyšší kvůli omezené syntéze bílkovin. Dusík se také podílí na tvorbě vyšších alkoholů během syntézy aminokyselin kvasinkovou buňkou a je známo, že dusíkaté sloučeniny ovlivňují aroma, *bouquet* a pěnivosti v šumivých vínech. Bílkoviny (které obsahují významný podíl dusíku) denaturují a flokulují, a mohou tak vyvolat zákal, pokud jsou ve víně přítomny ve vysokých koncentracích. Tyto proteiny mohou být odstraněny přidáním bentonitu nebo jiných činidel před, během nebo po fermentaci [6, 27].

5 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA

Rékové víno by mělo být vyrobeno jen z čistých hroznů, přídatných a konzervačních látek, které odpovídají požadavkům stanoveným vinařským zákonem a zvláštními předpisy. Výrobce je povinen dodržovat požadavky na výrobu, jakost a zdravotní nezávadnost [20, 22].

5.1 Technologie výroby bílého a červeného vína

Výroba červeného vína

Výroba červeného a bílého vína je velmi podobná. Na rozdíl od bílého vína, dochází k fermentaci červeného vína za přítomnosti hroznových slupek, semen a někdy i stonků. Během fermentace se ze slupek, a v menší míře i ze semen, získávají taniny, barvivo, ovocná chuť a jiné chemické složky, které dávají vínu charakteristickou barvu a udávají celkový charakter vína. Červené barvivo je až na výjimky uloženo pouze ve slupkách bobulí. Kdyby se hrozny na výrobu červeného vína ihned po sklizni lisovaly menším tlakem, získá se bezbarvý mošt, ze kterého po prokvašení vznikne bílé víno, které se nazývá bílé z červeného tzv. klaret [1]. Neprovádí se nakvašování, pouze se upraví cukernatost a vína se nechávají zcela prokvasit. Hrozny se lisují až po ukončení kvašení. Stáčení červeného vína se provádí do zasířených tanků, které musí být neustále plné, aby se odstranily usazeniny. Tento proces se opakuje několik týdnů [2]. Hlavním aspektem při výrobě červeného vína je řízená extrakce fenolů, která probíhá během fermentace [1].

Výroba bílého vína

Podíl výroby bílých vín je v ČR vyšší než podíl červených vín, což vyplývá z větší plochy vinic obsazených bílými odrůdami a lepší vyzrálostí hroznů u bílých odrůd. Bílá vína vznikají téměř výhradně kvašením moštu odděleného od pevných částí bobulí. Proběhne krátká macerace hroznů při řízené teplotě. Burčák je první produkt při výrobě vína, tzv. „první odměna vinaře“. Odebírá se při bouřlivém kvašení vinného moštu pouze první 1 – 2 dny, za přítomnosti kulturních vinných kvasinek. Obsahuje cca 5 % alkoholu a polovinu původního obsahu cukru [12, 20].

Sběr a třídění hroznů

Kritéria pro zralost a datum sklizně bývají určena podle stylu vína, které se vyrábí. Kvalitní hrozen v optimální technologické zralosti je pro výrobu kvalitních vín nezbytný. Zralost hroznů je výsledkem mnoha fyziologických a biochemických procesů probíhajících v révovém keři [1]. Hrozny je možné sklízet ručně (nejšetrnější, minimální poškození hroznů), částečně mechanizovaně anebo zcela mechanizovaným způsobem. Sklizeň hroznů je vhodné provádět při suchém počasí. Používají se nádoby vyrobené z plastu a nerezových materiálů. Důležitá je také minimalizace přesunů hroznů mezi nádobami [16, 17]. Zásadou by mělo být, že se sklizené hrozny ještě ten samý den zpracují, neboť je zde snaha zabránit jejich zapaření, popřípadě naoctění. Hrozny z mechanizovaného sběru se zpracovávají ihned po převzetí, nejpozději do 12 hodin po sklizni. Mezi sklizní hroznů a začátkem alkoholové fermentace by měly uplynout maximálně dva dny [2, 22].

Ochlazování hroznů během transportu ke zpracování je důležité, protože nízká teplota brzdí činnost fenoloxidázy, která způsobuje hnědnutí. Chlazení tlumí i rozvoj kvasinek a bakterií [13, 17].

Hrozny se ihned třídí, a to tak, že se oddělují zdravé od poškozených (hnilobou, ptactvem, plísní, znečištěné hlínou). Třídění lze také zvolit například podle barev a/nebo podle velikosti [2].

Prefermentační postupy

Dovezené hrozny se dále zpracovávají a ošetřují následujícími způsoby: mletí, drcení a odzrnění hroznů, síření, ochrana před oxidací pomocí CO₂, macerace, přidavek pektolytických enzymů, stočení rmutu a kvašení rmutu. Jednotlivé postupy závisí na druhu vyráběného vína [6, 22].

Odzrnění

Odzrnění se obvykle provádí co nejdříve po sklizni. Slouží k tomu, aby se při lisování hroznů dosáhlo co největších výtěžků moštu (rmutu), proto se musí bobule nejprve rozdrtit, aby se uvolnilo co nejvíce šťávy. Oddělí se třapina (stopka) od dužniny (bobulí). Takto oddělené bobule (mošt s narušenými bobulemi) se nazývá „rmut“ [22]. Odzrnění musí proběhnout šetrně, aby se nepoškodily pecičky v bobulích, ze kterých by se mohly dostávat do vína hořké látky [2].

Drcení a lisování

Hrozny převzaté v provozovně se ihned zpracují na hroznovou drť nebo rmut s výjimkou modrých odrůd, které jsou určeny k výrobě klaretu nebo ke zpracování na kontinuálních lisech. Některé bobule jsou v procesu drcení nevyhnutelně rozbité a uvolněná šťáva je vysoce náchylná k oxidačnímu hnědnutí a mikrobiální kontaminaci. Drcení ovoce bez prodlení umožňuje fermentaci začít téměř okamžitě (pokud je to žádoucí), omezuje mikrobiální kažení a poskytuje lepší kontrolu oxidace [2]. Hroznová drť se získává na mlýncích, rmut na odzrňovačích. Při drcení se mikroorganismy důkladně promísí s drtí, která se současně okysličí, čímž se zlepší podmínky kvašení [22].

Lisovací operace probíhají u výroby bílého vína před fermentací a po fermentaci při výrobě červeného vína. Podstata lisování spočívá v tom, že se pracuje pomalu, a především s nízkým tlakem, aby měl mošt dostatek času odtéci z rmutu. Tlak se zvyšuje teprve na závěr lisování [22]. Jakmile jsou hrozny rozdrceny, je drcená hroznová hmota přenesena (pomocí specializovaného drtícího čerpadla) na statické dávkovací odtoky. Fungují principiálně jako velká síta, která mohou fungovat na základě mírného tlaku CO₂ nebo dusíku, aby se zrychlilo odstraňování šťávy. Odtoky jsou obecně zcela uzavřeny, aby se zabránilo oxidaci šťáv. Odstavování může být urychleno přidáním pektolytických enzymů [1]. Obvykle se používají šroubové, pneumatické nebo hydraulické lisy různé konstrukce. Po naplnění do lisu se může oddělit samotok, z kterého je nejjemnější a nejkvalitnější víno [35].

Nadměrná extrakce („*Supraextraction*“)

Alternativou drcení je nadměrná extrakce. Zahrnuje chlazení hroznů na teplotu 4 °C a před lisováním následné zahřátí na 10 °C. Zmrazení způsobuje rupturu hroznů a štěpení slupky, čímž je usnadněno úniku šťávy během lisování. Ačkoliv se zvyšuje extrakce cukrů a fenolů, nadměrná extrakce snižuje celkovou kyselost a zvyšuje pH. To může být dáno krystalizací a odstraněním kyseliny vinné [1, 2].

Použití pektolytických enzymů (pektináz)

Použití enzymatických preparátů může působit na zlepšení vylisnosti hroznů (snadnější lisování zejména odrůd s pevnou dužninou), odkalení, číření, filtrace a stabilizace vína, zlepšení extrakce a umožňuje extrakci aromatických barviv. Přidáním pektolytických enzymů při přípravě červených vín lze urychlit i uvolňování barviva z buněk [2, 22]

Macerace rmutu

Macerací se docílí lepší extrakce aromatických látek vázaných ve slupkách a těsně pod slupkou. Použití macerace závisí na odrůdě révy vinné a typu vína, které se chce vyrobit, na stupni vyzrálости hroznů a na jejich zdravotním stavu. Macerace je proces uvolňování složek ze semen, slupek a buničiny po drcení. Proces je usnadněn uvolňováním a aktivací hydrolytických enzymů z rozdrčených buněk [22].

Snížená macerace u **bílého vína** snižuje příjem tepelně nestabilních proteinů, což snižuje spotřebu produktů pro stabilizaci bílkovin. Pro kvalitní maceraci jsou zapotřebí studené hrozny zbavené třapin a listů, které by mohly negativně ovlivnit chuť vína. Délka macerace se pohybuje mezi 12 – 48 hodinami. Pro úspěšnou maceraci je velmi důležitá řízená teplota (10 – 15 °C) a nepřítomnost kyslíku. Tyto podmínky zaručují optimální extrakci aromatických látek a téměř minimální extrakci trpkých nebo hořkých fenolických látek [1, 2]. Macerace může vést ke snížení obsahu kyselin a ke zvýšení hodnoty pH. Po maceraci je třeba hrozny vylisovat, mošt odkalit a připravit na alkoholové kvašení [12].

Technologie výroby **červeného vína** macerací rmutu je nejběžnější technologií používanou i malovinaři. Taniny ze slupek se alkoholem extrahují snadněji, zatímco taniny ze semen obtížněji, a to v důsledku existence silné vrstvy kutikuly na semenech [1]. Teploty při maceraci by se měly pohybovat mezi 28 – 30 °C. Pro velmi dobrou extrakci taninů a barviv jsou vhodné teploty 30 – 35 °C. Při teplotách pod 25 °C je kvalita macerace a extrakce podstatně pomalejší. Nejdříve jsou extrahovány anthokyaniny. Mají větší rozpustnost než třísloviny. Poté, co se fermentace stává aktivní, produkce ethanolu nejen zvyšuje solubilizaci, ale také usnadňuje únik anthokyaninu zvýšením poréznosti membrány. Extrakce taninů je více závislá na zvýšení obsahu ethanolu pro jeho solubilizaci [2].

V závislosti na přítomnosti alkoholu ve rmutu se rozlišují tři stádia macerace:

- **předfermentační macerace**, která může pobíhat několik hodin až několik dnů, kdy se ještě netvoří alkohol (nebo jen mírně),
- **alkoholové kvašení**, při kterém dochází ke zvyšování obsahu alkoholu a současně dochází k extrakci taninů ze slupek a později ze semen,
- **pofermentační macerace**, která nastává mezi 10 – 16 objemovými procenty alkoholu a trvá obvykle 8 dnů až měsíc (může však trvat i delší dobu) [1].

Kvašení (fermentace)

Základním a nejdůležitějším biochemickým procesem, který se podílí na tvorbě vína je **alkoholové kvašení** (viz Rovnice 1). Vzniká při něm alkohol – **ethanol** a **oxid uhličitý**, a to na základě přeměny nízkomolekulárních cukrů. V průběhu kvašení se vytváří velký počet dalších sloučenin (např. acetaldehyd, acetoin, diacetyl, glycerol, methanol, vyšší alkoholy, erytriol, manitol, těkavé kyseliny atd.), které tvoří tzv. kvasný neboli sekundární buket. Hlavním využívaným ovocem jsou hrozny révy vinné, ale je možné využít i jiné ovoce (například jablka). Ve srovnání s jinými nápoji, které jsou také připraveny kvašením, je víno velmi kyselé (pH bývá 2,8 – 3,8). Alkoholové kvašení je způsobeno činností mnoha druhů mikroorganismů – **kvasinek** [16, 37].

V současné době bylo popsáno více než 60 rodů a více než 500 druhů kvasinek [25]. Základem při výrobě vína jsou vinné kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*), jsou využívány také *S. bayanus* a *S. paradoxus*. Kvasného procesu se však může zúčastnit až 15 rodů kvasinek, mezi které například patří *Brettanomyces*, *Candida*, *Rhodutula*, *Saccharomycodes*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Hanseniaspora*, *Debarymyces* či *Cryptococcus* a další [6, 16, 28, 37].

V normálních podmínkách je množství kvasinek, které se do hroznové šťávy dostanou přímo z bobulí, dostatečné k tomu, aby proběhlo spontánní kvašení [16].

Moderní enologie je dnes založena na základě selekce nejlepších kmenů kvasinek *S. cerevisiae* a *S. bayanus* a jejich využití při výrobě kvalitních vín.

Mezi jejich kladné vlastnosti patří zejména:

- rychlost kvašení
- dobrá aktivita kvasinek během kvašení
- tolerance k alkoholu
- dobrá schopnost finálního dokvášení
- dobrá schopnost kvašení i při nízkých teplotách
- tvorba dobrého kvasného aroma
- nízká tvorba kyseliny octové a sirnatých sloučenin [6, 16].

Při fermentaci vína jsou v hroznové šťávě přítomny dva hlavní rozpustné cukry, a to **glukóza** a **fruktóza**. Jsou fermentovány na ethanol a oxid uhličitý a další minoritní metabolity. Hroznový mošt obvykle obsahuje stejné nebo velmi podobné množství glukózy

a fruktózy. *Saccharomyces cerevisiae* vykazuje přednost pro glukózu (je glukofilní). V důsledku toho, zbytkový cukr ve fermentovaném hroznovém moštu obvykle obsahuje více fruktózy než glukózy. Vzhledem k tomu, že fruktóza je přibližně dvakrát sladší než glukóza, její přítomnost jako zbytkový cukr má mnohem silnější vliv na konečnou sladkost vína a zbytková fruktóza je proto hlavní příčinou nežádoucí sladkosti suchých vín. Vysoká zbytková fruktóza také znamená nižší výtěžnost etanolu a vyšší riziko mikrobiálního poškození hotového vína. Sacharóza se naproti tomu využívá k doslazování moštů s nižší cukernatostí. Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* mají schopnost rozštěpit sacharózu na glukózu a fruktózu a následně oba tyto cukry využít k tvorbě alkoholu [16, 28].

Ačkoliv se *S. cerevisiae* obecně jeví jako glukofilní, jiné druhy kvasinek, jako je *Candida stellata* a *Zygosaccharomyces bailii*, mají jasnou preferenci fruktózy [28].

Alkoholové kvašení probíhá podle Rovnice 1:



Při tomto procesu vznikají z jedné molekuly cukru dvě molekuly alkoholu a dvě molekuly oxidu uhličitého [16]. Ethanol je po vodě druhou nejdůležitější složkou vína. Z chemického hlediska je ethanol hořlavá bezbarvá kapalina s příjemným zápachem. Bod varu je 78 °C a bod tání -114 °C. Dobře se mísí s vodou a organickými rozpouštědly. Obvyklý obsah ethanolu ve víně se pohybuje mezi 9 a 15 °, což představuje koncentraci 72 až 100 g/l. Obsah alkoholu v hotovém víně může kolísat v závislosti na objemu kvasné nádoby, na stupni odkalení moštu, na teplotě kvašení, na použitém kmenu kvasinek nebo na případném spontánním kvašení [6, 28]. Mezi **primární vedlejší produkty** kvašení patří glycerol, kyselina mléčná, kyselina octová, kyselina jantarová a kyselina citronová. Mezi **sekundární vedlejší produkty** kvašení se řadí aceton, diacetyl, vyšší alkoholy, estery, aldehydy, ketony a aromatické látky [16, 24, 28].

Chuť alkoholických nápojů je způsobena velkým počtem sloučenin vznikajících při fermentaci. Řadí se mezi ně acetoin, jenž je významný kvůli své účasti v buketu („bouquet“) vína. Acetoin vzniká během fermentace mikrobiální aktivitou bakterií mléčného kvašení a kvasinek. Je to klíčová sloučenina při biosyntéze 2,3-butandiolu a diacetylu. Jejich přínos k aroma a chuti vína se nedá snadno zhodnotit. Ani 2,3-butandiol ani acetoin nejsou silně aromatické látky. Jejich koncentrace ve víně jsou velmi vysoké, a to cca 150 mg/l [37].

Koncentrace dusíku má velký vliv na fermentaci vína. Obsah asimilovatelného dusíku v hroznové šťávě je často během fermentace velmi rychle vyčerpán. Asimilovatelný dusík může být při fermentaci vína v omezené míře přidáván (jako fosforečnan diamonný), například ke snížení rizika přetrvávajících nebo pomalých fermentací [28].

Školení vína a zrání vína

Jde o složitý proces, kterým se rozumí manipulace vína od hlavního kvašení, stabilizace vína až po přípravu k lahvování. Jedná se o číření (krášlení), filtraci, dále je to příprava vína k plnění do láhví, případně speciální operace jako batonáž (z franc. *batonage*) či *sur lie* [syr li]. Batonáž je technologická operace, kdy sklep mistr ponechá víno určitou dobu ve styku s kalem z odumřelých kvasinek. Vínem se musí po celou dobu míchat a musí být zachována aktivita živých kvasinek (při otevření nádoby uniká CO₂) [2].

Význam přidavku oxidu siřičitého – SO₂

Oxid siřičitý je ve vinařském průmyslu široce používán jako chemická konzervační látka a inhibitor mikrobiologické aktivity, stejně jako antioxidant, který snižuje chemické a enzymatické hnědnutí. Reaguje se složkami, jako je vodík, oxid, oxidované fenoly a aldehydy a redukuje je, nebo s nimi reaguje za tvorby méně škodlivých produktů. Vzhledem k jeho negativním smyslovým vlastnostem a nepříznivým účinkům na zdraví (je toxický), je obsah oxidu siřičitého ve víně regulován [38]. SO₂ se ve víně vyskytuje ve formě volné (SO₂) a vázané (HSO₃⁻) [36, 39]. Při nedostatečném, ale i přehnaném dávkování SO₂ může dojít k poškození vína [40]. Je-li celkový obsah SO₂ (volného + vázaného) ve víně vyšší než 10 mg/l, musí být tato informace uvedena na etiketě. Nejvyšší přípustná koncentrace SO₂ v tichých (nešumivých) vínech je 200 mg/l [23].

Po přidání SO₂ následuje číření vína (odstranění bílkovin a dalších nežádoucích látek), případně další operace [2].

Čiření (krášlení) vína

Čiření znamená přidání absorpčního materiálu do moštu nebo vína. Cílem je odstranit nebo snížit obsah nežádoucích látek, jako jsou tepelně nestabilní bílkoviny, třísloviny, slizovité látky (pektiny), zbytky mikroorganismů či postřikových látek, ale také barviva či kovové ionty jakožto zdroje případných zákalů. K čiření vín se používají různá čiridla (např. bentonit, tanin, jedlá želatina, mléko, agar, kasein, vaječný bílek, kyselina křemičitá, vinné kvasnice, křemelina, kaolin) [16, 41].

Celý proces srážení a usazování trvá zpravidla 2 až 3 týdny. Víno, které se má čířit, musí být dokvašené a nesmí v něm probíhat odbourávání kyselin [22, 35].

Filtrace

Filtrace vína slouží k oddělování sraženin vzniklých při čiření vína [43]. K filtraci se používají tradiční technologie, jako je **centrifugace**, **filtrace na deskách**, **filtrace křemelinou**. Filtrace křemelinou (diatomit) je tradiční technikou pro vyjasnění vína. V současné době je křemelina klasifikována jako nebezpečná látka. Masivní expozice může způsobit podráždění očí a dýchacích cest. Křemelina má také negativní dopad na životní prostředí. Tato omezení nutí enologický sektor hledat alternativní techniky k tradičním filtracím a tuto alternativu představuje průtoková mikrofiltrace, což je membránový proces, který v jednom kroku nahrazuje několik filtračních kroků na křemelině [42]. V dnešní době se stále častěji používají tzv. **membránové filtry**, které jsou podle konstrukce a zvolené membrány použitelné od hrubé filtrace až po mikrobiální sterilizaci vín [2, 22, 35].

Lahvování vína

Linky pro lahvování jsou kapitálově náročné kusy zařízení, které se často používají pouze jednou za rok. Nelze lahvovat vína, která dokváší. Proces zrání vína pokračuje v láhvi a víno se stává láhvově zralým. Každá odrůda má svůj čas k lahvování. Mezi běžné problémy spojené s lahvováním vína patří vadná filtrace, vadná čerpadla a nesterilní linky; přebytek rozpuštěného CO₂ ve víně, vystavení působení kyslíku; vadné korkové zátky či uzávěry a v neposlední řadě i nesterilní lahve [1, 2]. Kvůli obtížnému čištění jsou lahvovací linky jedním z nejběžnějších zdrojů mikrobiální kontaminace. K plnění lahví dochází v ručních plničkách, v poloautomatických a plnoautomatických zařízeních [1, 35].

Bezprostředně po naplnění vína do lahví následuje **zátkování lahví**. Nejčastěji se používají korky nejrůznějších kvalit, různé délky či s potiskem. V současnosti začínají být nahrazovány ekologicky a ekonomicky výhodnějšími plastovými uzávěry, které mají vzhled korku či skleněné zátky [2]. Následuje **adjustování** neboli „oblečení lahví“. Láhev je před prodejem doplněna dalšími součástmi, jako je tavicí uzávěr k ochraně korku před vysycháním a před možným plesnivěním; „krček“, což je malá papírová etiketa umístěná na hrdle (logo firmy nebo oblasti); přední etiketa, kde jsou uvedeny povinné a dobrovolné údaje o víně podle platné legislativy; zadní etiketa slouží jako dodatková a uvádí další dobrovolné informace. Na lahvi se mohou objevit i další etikety, např. známka vyjadřující ocenění na soutěži, „knížecí“ přivázaná na hrdle (např. o vhodnosti vína k určitým jídlům) či další obaly [2, 12, 20].

5.2 Technologie výroby růžového vína (Rosé) a klaretu

Růžová vína jsou v posledních letech stále více populárnější. Jsou mezistupněm mezi červeným a bílým vínem. Kvalitní růžová vína se vyrábějí z hroznů modrých odrůd na výrobu červených vín, které se nechají jen krátkou dobu odležet, a tím se sníží množství vyluhovaného barviva [36]. Zahrnují širokou škálu barev a odstínů (např. pivoňky, fialky, lososa, meruňky), vůní a chutí [6].

Růžová vína se zpravidla vyrábí třemi základními metodami:

- 1. Přímé lisování celých hroznů** – využívá se u odrůd s obsahem barviv v dužnině bobule anebo v případě požadavku na přípravu klaretu.
- 2. Krvácení** – samovolné odtékání moštu ze rmutu, šťáva je obohacena o barviva a třísloviny obsažené ve slupkách.
- 3. Krátká (omezená) macerace** – tato metoda je nejnáročnější na zkušenosti a odhad vinaře, délka a způsob macerace či mírného nakvásaení závisí na odrůdě, ročníku a požadavku na výsledné víno. Počátek je stejný jako u červených vín. Hrozny se většinou napřed pomelou, nechají krátkou dobu macerovat, a to jen tak dlouho, aby měl po vylisování mošt růžovou barvu. Tímto způsobem lze dosáhnout mnoha odstínů růžové barvy, která bývá obvykle zřetelně výraznější než u obou předcházejících metod. Záleží na délce macerace [22, 36].

Růžová vína nikdy nevznikají scelováním bílých a červených vín. Existuje však jedna výjimka, a to v oblasti *Champagne*, při výrobě růžového šampaňského. To je vyráběno smísením určitého množství červeného a bílého vína [44].

5.3 Technologie výroby šumivých a perlivých vín

5.3.1 Šumivé víno

Hlavním znakem šumivých vín je přítomnost oxidu uhličitého (CO₂) [45]. Šumivé víno se vyrábí sekundárním kvašením základního vína s následným prodlouženým stárnutím v kontaktu s kalem. Celková výrobní doba při kvašení v tancích musí být 60 dní a při kvašení na lahvi 9 měsíců [55]. U těchto typů šumivých vín umožňuje vysoký tlak plynu společně s dalšími složkami vína, aby se při nanášení do skla dosáhlo šumivosti a pěny. Nejčastěji používané odrůdy hroznů jsou *Chardonnay* a *Pinot* [46]. Prchavé složení hraje důležitou roli v kvalitě šumivých vín, neboť se vztahuje k organoleptickým vlastnostem produktu a následně k přijatelnosti pro spotřebitele [45].

Šumivá vína mohou být vyráběna různými způsoby – **tradiční (*Champenoise*)**, ***Charmat*** a ***Asti***, a proto mohou vykazovat různé chemické a smyslové vlastnosti. Šumivá vína vyráběná metodou *Traditional* nebo *Charmat* mají charakteristickou těkavou složku (post-fermentační aroma), která je výsledkem stáří, ve kterém dochází ke kontaktu s kaly, zatímco těkavé složení šumivých vín vyrobených metodou *Asti* je charakterizováno odrůdovou kulturou (odrůdovou vůní) [45].

V případě šumivých vín vyrobených metodami *Traditional* nebo *Charmat* dochází k alkoholovému kvašení ve dvou krocích. V prvním se vyrábí základní víno (tiché víno s výraznou kyselostí) a ve druhém je základní víno podrobena druhému alkoholovému kvašení v uzavřených lahvích (tradiční metoda) nebo ve velkých nádobách (metoda *Charmat*) pro zabudování CO₂ [45]. V tradiční metodě se refermentace odehrává ve stejné láhvi, která se používána později pro distribuci na trhu. Během stárnutí šumivých vín nastává autolýza kvasinek, což způsobuje uvolnění mnoha parietálních a cytoplazmatických sloučenin s osvědčenou pěnivostí a sensorickými vlastnostmi, které mají velký vliv na kvalitu výsledného vína [25].

Metoda *Asti* je upravenou verzí procesu *Charmat*, ve kterém jsou hrozny sklizeny, rozdrceny a lisovány. Získaný mošt se potom filtruje a fermentuje. Fermentace se provádí v tlakových nádržích z nerezové oceli, kde je plyn začleněn, až do dosažení požadované úrovně alkoholu. V Brazílii se šumivá vína vyráběná metodou *Asti* označují jako „*Moscatel Espumante*“ a mají obsah alkoholu mezi 7,0 a 10,0 ml/100 ml a minimální koncentraci zbytkového cukru 20,0 g/l [45].

Moderní technologie pro výrobu šumivého vína se velmi liší od technologií, které vyvinul Abbot Dom Pierre Pérignon v 17. století [25]. Přestože výroba šumivých vín je nižší než v případě nešumivých vín (4,4 milionů hl nebo 1,6 % celkové produkce vín), ekonomický dopad na enologický průmysl je velmi významný vzhledem k poměrně vysoké ekonomické přidané hodnotě (např. v roce 2005 se prodej šumivých vín pohyboval kolem 2500 milionů EUR) [55].

Tradiční metoda – „*Méthode Champenoise*“

Základní víno by mělo vykazovat typické vlastnosti jako bledá barva, ovocná vůně, nízký obsah zbytkového cukru, mírný obsah alkoholu, nízká těkavá kyselost a měla být podrobena stabilizaci vín. Po převedení do láhve se přidá tirážní roztok složený ze sacharózy, vybraných kvasinek, hroznového moštu nebo vína ve správném poměru k dosažení požadovaného tlaku CO₂. Kromě toho se obvykle přidává malé množství bentonitu a SO₂, aby se zjednodušil postup odstraňování kalů, a také aby se zabránilo škodlivým účinkům kyslíku a biologickému rozkladu. Po přidání základního vína (*cuvée*) se vloží bidule. Jedná se o prázdné pouzdro z polyethylenu. Bidule pomáhají předcházet úniku a kovovému kontaktu z koruny; navíc poskytují lepší pečeť a pomáhají procesu odstraňování kalů. Vedle vložení bidule je na láhev umístěn uzávěr, který obvykle sestává z korunového uzávěru. Láhve se pak skladují na zvláštních místech, která jsou určena k usazování jiskření. Během této doby probíhá **sekundární fermentace**, vzniká a stabilizuje se obsah CO₂ a dochází ke stárnutí kvasinek. Rychlost sekundární fermentace závisí na kvasinkách, teplotách a *cuvée*, avšak sekundární fermentace při teplotě 12 – 15 °C nastane nejdéle 0,5 – 1,5 měsíců. Po sekundárním kvašení začíná prodloužené stárnutí v kontaktu s kaly. Během této doby šumivé víno dozrává, což přispívá k rozvoji vůní, které tento produkt charakterizují. Během tohoto období probíhá **autolýza kvasinek**. Tento proces spočívá v hydrolýze intracelulárních biopolymerů endogenními kvasinkovými enzymy, což vede k uvolnění několika intracelulárních sloučenin, jako jsou aminokyseliny, peptidy, proteiny, polysacharidy, deriváty nukleových kyselin a lipidy, které mají pozitivní vliv na kvalitu šumivého vína [25, 45].

Po **období stárnutí**, které může trvat několik měsíců až několika let, se provádí postup setřásání kalů, také nazývaný **remuáž** (*remuage*). Během této fáze gravitace dopraví sediment do hrdla láhve. Čím déle jsou kvasinky v kontaktu s vínem, tím je homogennější a drobnější sediment. Poté, co jsou z hrdla lahve plně přeneseny kaly a šumivé víno je zcela čisté, jsou lahve připraveny k odstranění usazenin [25].

Konečným krokem je odstranění usazenin z láhve – **degorsáž** (*dégorgement*). Šumivé víno je chlazeno do 4 – 10 °C, aby nedošlo k úniku oxidu uhličitého. Degorsáž se dnes provádí vložením hrdla láhve do roztoku chloridu vápenatého nebo glykolu, který zmrazí sediment uvíznutý v bidule. Láhve jsou pak umístěny hrdlem nahoru, tlak uvnitř láhve automaticky vysune bidule a ledovou zátku. Aby byl vyrovnán úbytek vína v lahvi, je láhev naplněna expedičním likérem („*liqueur d'expédition*“) nebo roztokem složeným ze směsi vína, cukru, brandy, oxidu siřičitého, kyseliny citronové, síranu měďnatého s odlišnou recepturou u jednotlivých výrobců [25, 45].

Pokroky v analytických technikách umožnily identifikaci více než 100 těkavých sloučenin v šumivých vínech a jako markery stárnutí byly použity některé sloučeniny, jako je 1,2-dihydro-1,1,6-trimethylnaftalen, vitispiranové isomery a diethylsukcinát [45].

5.3.2 Perlivé víno

Perlivá vína neboli jakostní perlivá vína se vyrábějí z tuzemských vín stolních nebo jakostních. Nesmí se označovat jako šumivá ani jako sekty, protože přetlak nevytváří druhotné kvašení, ale víno je sycené CO₂, to vínu dodává svěžest, ale také může zakrýt jeho menší nedostatky či vady. Jejich výroba probíhá ve stejné vinařské oblasti, ve které byly hrozny sklizeny. Obsah celkového alkoholu musí být nejméně 9 % obj. celkového obsahu alkoholu a minimálně 7 % obj. skutečného obsahu alkoholu. Přetlak CO₂ v láhvi musí být při 20 °C v rozsahu od 0,1 do 0,25 MPa [12, 47].

6 HODNOCENÍ KVALITY VÍNA

Hodnocení vín se provádí dvěma způsoby. Sensoricky může být víno hodnoceno z hlediska barvy, jemnosti a složitosti, potenciálu stárnutí, stylistické čistoty, odrůdového vyjádření, hodnocení odborníků nebo přijatelnosti spotřebitelů. Každý článek má své opodstatnění ale i omezení. Názory odborníků (buď samozvaných nebo v rámci vyškolených ochutnávačů) mají na vinaře největší vliv [1, 2]. Dále může být kvalita vína posuzována chemickými rozbory (viz Tabulka 6), které zjišťují obsah základních složek vína. Chemické a sensorické hodnocení vína se vzájemně doplňují [16, 48].

Tabulka 6: Důležité kvalitativní parametry a možnosti jejich stanovení

Kvalitativní parametr	Možnost stanovení	Zdroj
cukernatost	refraktometr, moštoměr	[8, 16]
titrovatelné kyseliny	titrace s hydroxidem sodným	
pH	pH-metr	
organické kyseliny (kys. jablečná a vinná)	kapalinový chromatograf, enzymatický test	
dusíkaté látky, reps. asimilovatelný dusík	formaldehydová titrace	
fenolické látky (barviva, taniny)	kapalinový chromatograf	
aromatické látky	plynový chromatograf	
fenolická zralost	sensorické hodnocení barvy a chuti slupky	
aromatická zralost	zbarvení slupky a chuťové vlastnosti bobule	

Odběr vzorku bobulí ve vinici pro analytické a sensorické hodnocení

Správný odběr vzorku hroznů a zejména bobulí ve vinici je velmi důležitý pro správné vyhodnocení kvality sklizně. Existují určité parametry, které musí být splněny. Například by měla být velikost vzorku alespoň 100 – 200 bobulí, bobule by měly být v dobrém zdravotním stavu, bez napadení houbovými chorobami a škůdci. Vzorek má být odebírán z celé, homogenní plochy vinice. Je třeba odebírat vzorky bobulí z obou stran listové stěny, a to jako bobule, které jsou exponované ke slunci, tak zároveň bobule, které jsou zastíněné. Bobule se odebírají do polyethylenových sáčků nebo do malých plastových kontejnerů atd. [16].

6.1 Sensorické hodnocení vína

Sensorické hodnocení je hodnocení bezprostředně našimi smysly a následné zpracování informace centrální nervovou soustavou. Patří k nejsložitějším nástrojům v povolání sensorického vědce a zahrnují detekci a popis jak kvalitativních, tak kvantitativních sensorických složek spotřebního výrobku vyškolenými skupinami

posuzovatelů. Kvantitativní aspekty vína zahrnují vůni, vzhled, chuť, texturu, čirost, viskozitu, pach a zvukové vlastnosti, které produkt odlišují od ostatních. K vyjádření i nepatrných rozdílů v jakosti se používají speciální vinařské výrazy. Smyslové posouzení vína určuje jeho jakost, ale také může upozornit na nedostatky nebo vady [48]. Osoby, které provádějí senzoryckou analýzu, se nazývají hodnotitelé nebo posuzovatelé. Hodnotitelé společně tvoří komisi neboli panel. Konzument je osoba, která hodnotí, ale není speciálně odborně vzdělaná. Jeho názor je tedy blízký postojům skutečných spotřebitelů [49].

Postup senzorycké analýzy

Hodnocení předložených vzorků probíhá individuálně a objektivně. Před zahájením degustace se otevírají vzorky alespoň 15 až 30 minut předem [1]. Každý z hodnotitelů dostane před zahájením hodnocení formulář, který má obsahující údaje k hodnocení vína – číslo vzorku, zatřídění, název odrůdy, druh přívlastku, použitá technologie, vinařská oblast nebo ročník sklizně [2]. Vzorky se ke komisi dostanou anonymně v degustačních sklenicích [12]. V průběhu hodnocení je poskytováno občerstvení, a to pečivo, přírodní tvrdý sýr, neperlivá pramenitá voda. Posuzování vína zrakem, čichem a chutí je nenahraditelnou činností hodnocení jeho kvality. Kontakt hodnotitele s posuzovaným nápojem probíhá prostřednictvím podnětů, které působí na smyslové orgány [2, 48].

Vizuální vlastnosti vína závisí na tom, jak jeho chemická a částicová povaha přenáší, absorbuje a odráží viditelné záření. Přestože některé z těchto charakteristik lze přesně měřit pomocí spektrofotometru, důležitost údajů pro lidské vnímání barev není zdaleka přímé. Spektrofotometrická měření posuzují intenzitu jednotlivých vlnových délek, zatímco oko reaguje na reaktivní a transmisivní vlastnosti světla a jeho relativní jas. Jedná se o kombinaci reakcí dvou typů receptorových neuronů (tyčinek a čípků), stejně jako několika dalších receptorů. Vnímání barev je komplikované, neboť zahrnuje interpretaci nejen impulsů z čípků, ale i informací z jiných receptorů o intenzitě světla a kontrastu mezi barevnými oblastmi. V důsledku toho neexistuje jednoduchý vztah mezi spektrofotometrickými měřeními a lidským vnímáním barev [2, 48].

Barva vína

Pro popis barvy vína používají hodnotitelé širokou škálu odstínů barev. Podle barvy je možné posoudit charakter vína, způsob jeho výroby, stáří, zdravotní stav a další aspekty. Barva se nejlépe posuzuje v prostupujícím denním světle [2, 20].

System CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*; Mezinárodní komise pro osvětlování) se používá k měření barvy vína. Jednoduchá metoda navržená měří propustnost světla ve čtyřech vlnových délkách (445, 495, 550 a 625 nm). Z těchto dat jsou odvozeny třístimulové hodnoty (X, Y a Z). Třístimulové kolorimetry, na rozdíl od spektrofotometrů, přímo korelují tyto hodnoty z hlediska barvy, odstínu a hloubky. Zatímco u lehčích vín se objevují vážné odchylky s hluboce zbarvenými víny. Několik výzkumníků navrhlo změny, aby zlepšilo jeho použitelnost na víno [50, 51].

Barva může indikovat, zda bylo víno dobře vyrobeno (při vhodném pH, s nízkým obsahem SO₂ a při odpovídající koncentraci ethanolu) a vypovídá i o chuti vína (např. vysoký obsah aromatických látek, které se nacházejí především ve slupkách) [1, 2].

Nicméně interakce mezi barvou vína (a celkovými rozpustnými pevnými látkami) a vnímáním kvality vína není jednoduchá. Vzhledem k tomu, že barva vína může ovlivňovat vnímání, jsou vína vzorkována v černých sklenicích nebo při červeném světle, aby se vyloučila neoprávněná předpojatost při hodnocení vína [2].

Barva mladého suchého bílého vína se obvykle pohybuje od téměř bezbarvé až po bledě slaměnou barvu [1]. Očekává se, že růžová vína budou bledě růžová, bez odstínů modré. Odlesky hnědé, fialové nebo oranžové obvykle naznačují oxidaci. Barvy červeného vína se rozlišují od tmavě purpurové až po bledě červenou, v závislosti na věku, odrůdě a druhu vína [2, 20].

Šumění

Šumivost představuje klíčové kritérium kvality, chová se také jako nosič aroma, protože bubliny obsahují CO₂ i některé vonné sloučeniny. Když je lahev odšpuntována, CO₂ se rychle uvolní v důsledku rozdílu mezi tlakem lahve a místností. Když se šumivé víno nalije do skla, oxid uhličitý dává vznik *perlage* (plynové řetízky, které procházejí šumivým vínem) a vzhled pěny. Bubliny pocházejí z jádrových míst tvořených malými pevnými částicemi lokalizovanými ve víně nebo na skleněných stěnách [25].

Viskozita

Víno vytváří na stěnách sklenice tzv. kresbu. Ačkoli je viskozita často uváděna v souvislosti s degustací vína, znatelné zvýšení se obvykle vyskytuje pouze tehdy, pokud je obsah cukru nebo alkoholu vysoký. Obsah glycerolu musí být alespoň 25 g/l, aby ovlivnil vnímanou viskozitu. Cukr (15 g fruktózy/5 g glukózy) vytváří přibližně stejný stupeň vnímané

viskozity jako 25 g glycerolu. U těchto koncentracích se hodnoty viskozity (asi 1,5 mPa) stávají být znatelné. Při těchto a vyšších hodnotách viskozita snižuje vnímanou intenzitu svíravosti a kyselosti [2]. Jsou vína, která stečou, aniž by zanechala výraznější stopu. Existují však vína, která zanechají velmi výraznou stopu, tzv. slzy nebo okna. Na základě těchto znaků se víno označí jako vodnaté, tenké, husté či olejovité [20].

Chuť a pocit v ústech

Chuť vína musí být v první řadě harmonická, bez vedlejších příchutí a typická pro danou odrůdu [20].

Adstringence (Svíravost)

Svíravost se týká komplexu pocitů vyvolávajících různé pocity sucha či prachu v ústech. U červených vín se toto vnímání aktivuje především flavonoidovými taniny extrahovanými z hroznových semen a slupek. Anthocyaniny mohou zvýšit adstringenci indukovanou prokyanidiny, ale přímo nepřispívají k hořkosti [2]. Svíravost je charakteristická pro nezralé plody a mizí, když ovoce dozrává. Podobně může být v mladém červeném víně poměrně silná adstringence, ale postupně se snižuje během stárnutí [52]. Bílá vína vykazují méně adstringence, neboť obsahují obvykle nízké koncentrace fenolických sloučenin [20]. Pokud se v bílých vínech objeví adstringence, je obvykle způsobena vysokou kyselostí. Svíravost ve víně se obvykle připisuje vazbě a srážení slinných bílkovin a glykoproteinů fenolickými sloučeninami. I když flavonoidní monomery a dimery efektivně neprecipitují proteiny, mohou vyvolat astringenci strukturální deformací proteinů, případně i těch, které jsou součástí epiteliální membrány ústní dutiny [2, 16].

Teplota

Chladivý pocit v ústech, který vzniká po požití chlazeného šumivého vína nebo suchého bílého vína, přináší zajímavé a radostné elementy jemné chuti vína. Chladné teploty také pomáhají zachovat šumění šumivých vín. Naproti tomu červená vína se obvykle podávají při pokojové teplotě. Tato preference může být založena na snížení vnímání hořkosti a adstringence a zvýšené těkavosti aromatických látek [2]. Preferovaná teplota podávání vína se však může vztahovat na zvyklost, stejně jako jakýkoli jiný faktor [12].

„Prickling“

Bublíny, které praskají v ústech, způsobují píchání, brnění, občas pálení/bolestivý pocit. Ty jsou spojeny se stimulací trigeminálních nervových zakončení. Tento pocit vyvolávají vína obsahující více než 3 – 5 ‰ CO₂. Pocit se zdá být částečně spojen s velikostí bublinek a teplotou a je výraznější při nízkých teplotách. Oxid uhličitý modifikuje vnímání sapidových sloučenin a výrazně zvyšuje vnímání chladu v ústech. Oxid uhličitý může také potlačit vnímání zápachu [2].

Plnost v ústech – „Body“ („Weight“)

Ačkoli je plnost v ústech ve většině vín žádoucím aspektem, přesný původ pocitu zůstává nejasný i přes pokusy o kvantifikaci. I když plnost v ústech zhruba koreluje s obsahem cukru vína, obsah alkoholu má malý význam. Glycerol může zvýšit vnímání plnosti, ale není přítomen v dostatečném množství, aby ovlivnil tento pocit, s výjimkou některých sladkých vín. Naproti tomu kyselost snižuje vnímání plnosti v ústech. Méně známý je význam polysacharidů z hroznů a kvasinek. Hlavní polysacharidy kvasinek jsou mannoproteiny, zatímco hlavní polysacharidy z hroznů jsou arabinogalaktanové bílkoviny a rhamnogalakturonany. Všechny tyto látky zvyšují vnímání plnosti [2, 22].

Hodnocení vůně (buketu) při degustaci vína

Aroma je jedním z hlavních sensorických faktorů spotřebitelských preferencí, který určuje vnímanou kvalitu a hodnotu vína [53]. Vína mají komplexní aromatické profily, které jsou výsledkem přínosů řady aktivních aromatických sloučenin. Aroma vína vzniká kombinací stovek různých sloučenin patřících k velmi heterogenním chemickým skupinám, jako jsou estery, aldehydy, terpeny, alkoholy, ketony, kyseliny atd. Buket tedy tvoří celá řada těkavých látek, a proto je důležité posuzovat víno při takové teplotě, aby se aromatické látky uvolňovaly za stejných podmínek [53, 54]. Vůně musí být čistá, charakteristická pro rékové víno, a musí korespondovat s odrůdovým charakterem nebo daným typem známkových vín [56].

V současné době jsou sloučeniny C₆, C₁₃-norisoprenoidy, terpeny a benzeny známými odrůdovými sloučeninami, které jsou odpovědné za typickou chuť vína. Obecně platí, že se odrůdové aromatické sloučeniny vyskytují jako netěkavé aromatické prekurzory v hroznových slupkách, zejména jako aromatické glykosidy. Glykosidy, potenciální zdroj aroma vína, se skládají z volných aromatických sloučenin (také známých jako aglykony)

a glykosylových skupin, které jsou spojeny glykosidickou vazbou. Rozrušení glykosidické vazby uvolňuje volné aromatické látky, které dodávají vínu příjemnou vůni [54, 57].

Mladá vína se vyznačují svěží vůní s odrůdovým charakterem, starší pak příjemným kvasným buketem, který u zralých vín přechází v buket ležácký, v tzv. květinu. Při dlouhém ležení v lahvích se postupně vyvíjí příjemná chlebnatá vůně, nazývaná „stařinka“. Naopak náznak vůně octa značí začátek octovatění vína nebo jiného bakteriálního, nečistého kvašení vína [20, 22].

Současná analytická instrumentace je nadřazenější než lidská sensorická přesnost při chemickém měření a identifikaci. Navíc se „elektronické nosy“ spojené s počítačovými neuronovými sítěmi mohou naučit charakteristické vzory zápachu. Tyto přístroje mohou obsahovat řadu senzorů pro různé aromatické sloučeniny nebo mohou být připojeny k hmotnostnímu spektrometru [2].

6.2 Chemické hodnocení vína

Aplikování analytické chemie ve vinařském průmyslu v průběhu let značně zlepšilo úroveň a konzistenci kvality vín. Obvykle se používají původní typy metod pro rutinní analýzu zaměřenou na prokázání souladu s legislativou o výrobcích, neboť jsou tyto metody poměrně levné a mohou být prováděny v mnoha laboratořích. Na druhé straně se stále častěji projevuje uplatnění instrumentální analýzy, která může být aplikována v celém procesu výroby vína, od hroznů po láhev. Jednotlivé parametry mohou být určeny přímo nebo nepřímo pomocí různých metod, jako jsou titrace pomocí titračních analyzátorů, infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), měření absorbance v UV/VIS oblasti. Struktury mnoha komplexních sensorických složek mohou být objasněny metodami, jako je hmotnostní spektrometrie (MS) a nukleární magnetická rezonance (NMR), přičemž MS je obvykle kombinována s plynovou chromatografií (GC) nebo vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC) [58].

Laboratorní (analytický) rozbor vína

Před odběrem je vhodné zamíchat nádobou, ze které se bude vzorek k analýze odebírat. Odběr vzorku by se měl provádět těsně před uskutečněním analýzy (z důvodu citlivosti vína k oxidaci) a láhev by měla být zcela naplněná [22].

Žadatel o zařazení vína dle vinařského zákona 321/2004 Sb v aktuálním znění, § 26, odst. 4, písm. b) povinen zajistit rozbor vína v akreditované laboratoři akreditovanými

metodami stanovenými pro rozborů vlna právními předpisy. Výsledky těchto rozborů jsou přikládány k podávané žádosti o zařídění [59].

U vln se provádí například tyto analytické rozborů: [16, 22, 60].

- Stanovení obsahu alkoholu
- Stanovení extraktu (hustoty)
- Stanovení celkového obsahu kyselin
- Stanovení obsahu těkavých kyselin
- Stanovení redukujících cukrů
- Stanovení celkového a volného obsahu oxidu siřičitého
- Stanovení popela (popelovin)
- Stanovení cukrů (glukózy, fruktózy a sacharózy) metodou HPLC
- Stanovení alkality popela
- Stanovení hodnoty pH
- Stanovení obsahu prvků: Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Cd, Ag, Zn, Pb

Stanovení obsahu alkoholu

Vzrůstající vývoj a vysoké požadavky na kvalitu potravinářského průmyslu v posledních letech způsobil zvýšený zájem na senzorická zařízení schopná zajistit rychlou a nízkonákladovou analýzu. V tomto kontextu je stanovení ethanolu důležitým úkolem díky své přítomnosti v mnoha oborech potravinářského průmyslu. Monitorování ethylalkoholu je rozhodující pro výrobu alkoholických nápojů (vlna, piva, likérů atd.), neboť určuje jejich kvalitu. Je totiž hlavním produktem alkoholové fermentace, a do některých výrobků se dodatečně přidává jako konzervační činidlo, díky jeho antibakteriálním vlastnostem [64]. Obsah alkoholu v různých typech vlna je v mnoha zemích dán zákonem. Stanovení alkoholu ve vlně musí být precizní a přesné, neboť je vyžadována tolerance v řádu 0,5 – 1,0 % [38].

Obsah alkoholu se vyjadřuje v **objemových procentech** (% obj.), jako objemový poměr množství ethanolu v litrech v objemu 100 l vlna při 20 °C [23].

Původní metody pro stanovení obsahu alkoholu v lihovinách a vínu viz Tabulka 7. V dnešní době se obsah ethanolu nejčastěji stanovuje **plynovou chromatografií (GC)**, **spektrofotometrií**, pomocí **biosenzorů** nebo **dichromátovou metodou** s předchozí destilací. K automatizaci stanovení ethanolu se používají techniky jako je metoda vstřikování v kombinaci s enzymatickou derivatizací založenou na alkoholové oxidase nebo alkoholdehydrogenase. Dále je hojně využívána **infračervená spektroskopie (FTIR = Fourier transform infrared (spectroscopy))**; infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací nebo NIRS = *near infrared spectroscopy*; blízká infračervená spektroskopie), která umožňuje stanovení alkoholu za méně než 2 minuty, a to bez složité přípravy vzorku, zejména pak destilace. Populární se stala také Ramanova spektroskopie, která přináší výhody rychlé a přesné analýzy, zejména pak stanovení množství ethanolu i methanolu [61, 62, 63].

Tabulka 7: Původní metody pro stanovení obsahu alkoholu v lihovinách a vínu

Metoda	Princip	Zdroj
pyknometrické stanovení hustoty	metoda je založená na velmi přesném vážení prázdného pyknometru, pyknometru s vodou a pyknometru s destilátem z daného vína; výpočtem ze zjištěné váhy a objemu destilátu se zjistí hustota, která je následně dle tabulek převedena na výslednou hodnotu obj. % alkoholu; tomuto stanovení předchází krok destilace, protože cukry a jiné rozpuštěné látky by vedly k falešným výsledkům, jelikož pro převedení hustoty na obsah alkoholu se používají tabulky, které jsou sestaveny pro směs čisté vody a alkoholu	[22, 63, 64]
Stanovení obsahu alkoholu ebulioskopem	stanovuje se bod varu daného vína; na základě odlišného bodu varu vody a alkoholu lze stanovit obsah alkoholu; bod varu závisí na tlaku vzduchu, je proto nezbytné přístroj na stavit podle aktuálního tlaku vzduchu; Malligandův ebulioskop obsahuje jednoduchý rtuťový teploměr, kterým je měřena teplota zahřívaného vína; v případě, že dojde k varu vína, rtuť v teploměru se ustálí a na tomto místě je možné odečíst pomocí přiložené stupnice koncentraci alkoholu vína	[22, 63]
Oxidometrické stanovení alkoholu podle Rebeleina	pomocí jednoduchého destilačního přístroje se koncentrovaný alkohol v oxidační směsi kvantitativně a spontánně přemění na kyselinu octovou a zbylý oxidační prostředek se pak titruje thiosíranem sodným; při stanovení je nezbytné přesně dodržovat pracovní postup	[2, 22]
Stanovení obsahu alkoholu elektronickou denzitometrií	na principu elektromagneticky indukované oscilace skleněné trubice tvaru U; postupem modernizace byly zavedeny elektronické hustoměry	[62, 63]

Mezi další metody pro stanovení koncentrace alkoholu patří měření teploty varu vzorku, destilace a následné měření obsahu alkoholu měrnou hmotností nebo indexem lomu, chemická oxidace, plynová chromatografie nebo enzymatická metoda [51]. Nejvhodnějšími a nejlevnějšími metodami pro laboratoř v malém vinařství jsou metoda varu nebo destilační metoda, po níž následuje měření specifické hmotnosti. Metoda varu je však často nepřesná, zatímco destilační metoda je časově náročná, v případě, že je potřeba analyzovat více vzorků [50].

Stanovení cukrů a cukernatosti

Sledování obsahu cukrů je významné zejména během výroby vína, kvůli kontrole průběhu fermentačního procesu. Snadné a rychlé stanovení množství cukru a obsahu kyselin v moštích je velmi důležité již během dozrávání hroznů a zejména v době sklizně a zpracování hroznů [22]. Díky tomuto stanovení je možné mošt předem upravit, aby nedocházelo k problémům před, během či po kvašení moštu, například z důvodu přeslazeného moštu. Koncentrace cukru se dále sleduje během stárnutí vín [1, 20].

Cukernatost moštu se v praxi zjišťuje refraktometricky, hustoměry či moštoměry. Refraktometr je optický přístroj používaný k měření rozpustných pevných látek [50]. Stanovuje množství cukru v moštích nebo bobulích. Před stanovením je nutné nechat usadit nečistoty nebo mošt zfiltrovat [20, 51].

Základní metodou pro stanovení obsahu cukrů je redoxní (jodometrická) titrace. Možné je také použití kapalinové chromatografie, elektroforetických metod, průtokové injekční analýzy nebo spektrofotometrických metod. Jako referenční metoda se používá FTIR analýza. Spektroskopie v blízké infračervené oblasti umožňuje sledovat homogenitu směsi nebo stanovit ukončení procesu kvašení. Je proto používána v řadě průmyslových odvětví, včetně vinařství [62, 65].

Pro analýzu cukru pomocí HILIC (*Hydrophilic interaction liquid chromatography*; hydrofilní interakční kapalinová chromatografie) lze použít aminopropylové nebo ekvivalentní separační kolony s polární fází v kombinaci s mobilními fázemi vody/acetonitrilu. Při těchto podmínkách se používá UV (*ultraviolet* = ultrafialová) či RI (*infrared* = infračervená) detekce nebo detektory odpařování pracující na principu rozptylu světla (ELSD, *evaporative light scattering detector*). Ve srovnání s RI nabízí ELSD zvýšenou citlivost a gradientní kompatibilitu [38].

Stanovení redukujících cukrů

Redukující cukry ve víně jsou takové cukry, které obsahují ketonovou nebo aldehydickou funkční skupinou, které se při varu přímo redukují alkalicko-měďnatým roztokem. Koncentraci redukujících cukrů se stanovuje titrací přebytku měďnatého kationtu odměrným roztokem thiosíranu sodného jodometricky. Mezi nejvíce zastoupené cukry patří glukóza a fruktóza. Kromě nich se ve víně nachází ve velmi malém množství maltóza, galaktóza, arabinóza a xylóza. Před stanovením redukujících cukrů je nutná úprava vína. Jedná se o odstranění látek, které ruší nebo interferují při stanovení redukujících cukrů. Tyto látky jsou především aminokyseliny, bílkoviny [50, 51].

Zjednodušené stanovení cukru pomocí *Clinitestu*

Clinitest je ochranná známka pro tablety činidel používaných k testování přítomnosti redukujících cukrů. Tablety obsahují síran měďnatý, který reaguje s redukujícími cukry ve víně. Princip *Clinitestu* spočívá v tom, že se do vína přidá stanovené množství dvojmocné mědi v tabletách. Cukrem bude tato sůl redukována na jednomocnou měď, čímž vzniká směs barev mezi modrou dvojmocnou mědí a oranžovou jednomocnou mědí, které se srovnávají se stupnicí, odpovídající obsahu cukru v g/l. Barva vedlejších produktů této reakce se systematicky liší množstvím redukujících cukrů dostupných ve vzorku [51, 66].

Stanovení kyselin

Monitorování kyselin ve víně má zásadní význam pro kvalitu a řízení výroby ve vinařském průmyslu. Organické kyseliny hrají hlavní roli v mikrobiologické a fyzikálně-chemické stabilitě, podílejí se také na smyslových vlastnostech vína [67, 68].

Nejběžněji se stanovují **titrovatelné kyseliny (TA)**. Evropská standardní metoda je založena na potenciometrické titraci roztokem 0,1 mol/l hydroxidu sodného (NaOH) do konečné hodnoty pH 7. U bílého vína lze jako alternativu použít bromthymolovou modř jako indikátor pro vizuální stanovení bodu ekvivalence. Nicméně je tato metoda relativně nepřesná, jelikož koncový bod acidobazické titrace je pro každé víno odlišný. Skutečný koncový bod závisí na složení a koncentraci kyselin ve víně. Jelikož přítomné kyseliny jsou relativně slabé, skutečný konec titrace se obvykle pohybuje mezi pH 7,8 – 8,3 [23, 67, 68].

Celkové množství titrovatelné kyseliny (TA) ve šťávě hroznů se pohybuje v rozmezí od 3,0 do 12 g/l, vypočteno jedním způsobem jako kyselina vinná, v závislosti na úrovni zralosti

a kultivaru, přičemž pH moštu je obvykle v rozmezí 2,8 a 4,3. Ve Francii se TA vypočítává jako kyselina sírová, kterou lze získat z celkové kyselosti vyjádřené jako kyselina vinná, použitím konverzního faktoru 0,6535. Jinými slovy, 5,0 g TA, vyjádřeno jako kyselina vinná, je ekvivalentní 3,3 g, vyjádřeno jako kyselina sírová. Poměr cukru a kyselin se používá jako důležitá míra zralosti hroznů, přičemž hodnoty od 2,5 – 3,0 jsou považovány za žádoucí, liší ale v závislosti na regionu, od kultivaru ke kultivaru, a dokonce i ve vinohradnických oblastech [6, 27].

Průměrné ročníky mají 6 až 12 g kyselin na litr moštu, u špatných ročníků může obsah titrovatelných kyselin stoupnout až na 20 g na litr [2, 12].

Pro **stanovení organických kyselin** bylo vyvinuto také mnoho instrumentálních analytických metod. Nejrozšířenější technikou je HPLC, nejčastěji v systému s obrácenými fázemi nebo s využitím iontoměničů a UV detekcí při vlnové délce 210 nm [38]. Také se používá kapilární elektroforéza s přímou i nepřímou detekcí, která se vyznačuje rychlostí analýzy, jednoduchou přípravou vzorku či malou spotřebou vzorku a rozpouštědel. Využit lze také plynovou chromatografii nebo enzymatickou průtokovou injekční analýzu. Pro rychlý a hrubý odhad je možné použití komerčních kitů, které jsou založeny na papírové či tenkovrstvé chromatografii nebo na enzymatických metodách. Tyto kity slouží pro stanovení kyselin jablečné, citronové, octové, mléčné a jantarové [8, 22, 68].

Stanovení titrovatelných kyselin se provádí pomocí fotometru na základě enzymatické nebo čistě chemické reakce, kdy dojde ke změně barvy, nebo vysrážením kyseliny vinné. Do přesně odměřeného množství vína se přidá draselná sůl a alkohol. Vzorek se vloží do lednice, kdy se vysráží veškerá kyselina vinná jako vinný kámen. Po oddělení a vyčištění vinného kamene se rozpouští v horké vodě a hydroxidem sodným se stanoví množství. Na závěr se provede přepočítání na kyselinu vinnou. Minimální obsah kyseliny vinné musí činit nejméně 0,4 g/l [67].

Stanovení pH

V laboratoři se měří pH kalibrovaným pH-metrem za použití tlumivých roztoků o známém pH. pH roztoku vína nebo moštu představuje aktivní kyselost [67].

Stanovení oxidu siřičitého

Oficiální metoda analýzy podle OIV (*International Vine and Wine Office*; Mezinárodní úřadu pro révu a víno), zahrnuje oxidaci separovaného oxidu siřičitého a následnou jodometrickou titraci. Instrumentální metody pro analýzu oxidu siřičitého zahrnují průtokovou vstříkovací analýzu (*flow injection analysis*), enzymatickou analýzu (využívá se enzymaticky katalyzovaná reakce enzymem sulfioxidázou – SOx), HPLC, GC, potenciometrii a polarografii, ultrafialovou a viditelnou spektrofotometrii, atomovou absorpci a fluorometrickou spektrometrii, jakož i NIR spektroskopické metody [38].

Stanovení stopových prvků

Pro stanovení stopových prvků ve víně se používají různé analytické metody, jako je např. blízká infračervená spektrometrie (NIR), elektroforetická chromatografie, iontová chromatografie, nebo katodická stripovací voltametrie [69].

Z pohledu rostlin jsou pro zdraví rostliny podstatné prvky jako K, P a N, takže se očekává přítomnost těchto prvků i ve víně [70]. Exogenní prvky jsou spojeny s vnějšími nečistotami, které se mohou během růstu dostat do hroznů. Použití pesticidů, fungicidů a hnojiv během vegetačního období růstu vína, může ve výsledném víně zvýšit množství Cd, Cu, Mn, Pb nebo Zn. Také vliv životního prostředí vinic se může projevit ve zvýšené koncentraci některých prvků. Hrozny z vinic poblíž pobřeží vykazují poměrně vysokou koncentraci Na, zatímco vysoké koncentrace Pb nebo Cd se nacházejí v hroznech z vinic v blízkosti silničního provozu nebo průmyslových oblastí. Kontaminace vína vápníkem může také vzniknout přidáním CaCO₃ či CaSO₄ nebo odkyselením moštu a vína nebo zvýšením kyselosti hroznových šťáv. Hlavním zdrojem Cu ve víně je přidání CuSO₄ pro odstranění H₂S a dalších sulfidických sloučenin [69].

Těžké kovy se stanoví pomocí spektrofotometrických metod. Kvůli nízkým maximálním koncentracím, které jsou typicky požadovány pro toxické prvky, se používají techniky, jako je atomová absorpční spektroskopie (AAS) pro grafitové pece (pro Pb a Cd) a hydridní generace AAS (pro As a Hg). Metody plamenové AAS se používají pro prvky jako měď, železo a cín. Spektroskopie s indukčně vázanou plazmou (pomocí optické i hmotnostní spektrometrické detekce) může být také použita pro více-prvkovou analýzu [38]. Dessuy a kol. [70] v roce 2008 vyvinuli a validovali metodu pro stanovení olova ve víně pomocí elektrotermální AAS.

Stanovení obsahu těžkých látek

Těkavé látky ve víně zahrnují skupinu několika stovek sloučenin, které představují různé chemické třídy a jsou přítomny ve velmi různorodých koncentracích v rozmezí od mg/l do ng/l. Jejich úloha při formování aroma vína závisí na jejich hojnosti a zápachových prahových hodnotách. Mnohé ovlivňují chuť vína, i když jsou přítomny ve velmi nízkých koncentracích [71, 72].

Ve vůni bílých vín hrají důležitou roli monoterpeny. V některých bílých vínech, jako jsou Muškát a *Gewürtztraminer*, patří mezi klíčové odoranty a jejich koncentrace může být několik mg/l. Ve vínech *Riesling*, *Sylvaner*, *Traminer*, *Hüxel* a *Müller Thurgau* jsou rovněž relativně bohaté a přispívají k chuti vín vyrobených z těchto odrůd. Převládající monoterpeny v bílých vínech jsou linalool, geraniol, nerol, α -terpineol, β -citronellol, hotrienol a limonen [71].

Monoterpeny se vyskytují v hroznech a vínech ve volné formě, nicméně je známo, že většina z nich je také vázána glykosidicky na sacharidy. Odhaduje se, že glykosidicky vázané těkavé látky jsou dva až osmkrát hojnější než jejich volné formy [72].

Plynová chromatografie (GC) a kapalinová chromatografie (LC) jsou dvě běžné metody detekce aromatických glykosidů v hroznech a ve víně [54]. Kapalinová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií (LC-MS; *Liquid chromatography-mass spectrometry*) byla vyvinutá pro identifikaci určitých aromatických glykosidů z molekulární struktury typických fragmentů MS [73]. Nicméně, LC-MS nemůže přesně identifikovat a kvantifikovat aromatické glykosidy v důsledku nedostatku jejich chemických standardů. Vzhledem k tomu, že GC detektor detekuje pouze těkavé sloučeniny, aromatické glykosidy je nutno hydrolyzovat za kyselých podmínek nebo glykosidázami za účelem uvolnění těkavých aglykonů, které jsou identifikovány a kvantifikovány pomocí plynové chromatografie s plamenově ionizačním detektorem (GC-FID; *Gas Chromatography – Flame Ionization Detector*) nebo GC-MS (*Gas chromatography-mass spectrometry*; Plynová chromatografie s hmotnostním spektrometrem) [57].

Analýzy vázaných terpenů se obvykle provádějí za použití extrakce tuhou fází (SPE; *solid – phase extraction*) po hydrolyze glykosidů. Byla vyvinuta nová metoda pro stanovení terpenů ve víně, při které na základě extrakce tuhou fází došlo k izolaci volných terpenů. Nepolární (volné) a polární frakce (vázané terpeny) byly separovány na 500 mg C18 kolonkách. Následně byla u extrakčního zbytku (ve kterém byly přítomny vázané terpeny) provedena kyselá hydrolyza, po které proběhla mikroextrakce na pevné fázi (SPME). Aplikace kombinovaného SPE-SPME (*Solid phase extraction – Solid phase micro extraction; extrakce*

tuhou fází a mikroextrakce tuhou fází) přístupu umožnila kvantifikaci vybraných terpenů v nižších koncentracích než metodou SPE a zvýšila selektivitu této metody, což umožnilo detekci sloučenin, které nebyly detekovatelné v extraktech SPE. Ačkoli byla tato metoda vyvinuta pro analýzu terpenů ve víně, má velký potenciál při analýze dalších vázaných aromatických látek, zejména silných aromatických látek přítomných ve stopovém množství [71].

Ve studii z roku 2019 [57] byly analyzovány chemické profily a přínos terpenů v hroznech a ve víně. Vázané terpeny byly extrahovány methanolem, čištěny za použití pryskyřice, koncentrovány v methanolu/ethylacetátu a enzymaticky hydrolyzovány za účelem uvolnění aglykonů. Volné terpeny byly identifikovány za použití mikroextrakce tuhou fází (SPME) spojené s plynovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií (GC-MS).

7 CHOROBY, VADY A NEDOSTATKY VÍNA

Réva vinná může být napadena množstvím houbových, virových a bakteriálních mikroorganismů, které postihují bobule a způsobují ztrátu kvality a ovlivňují chuť vína [41].

7.1 Choroby vína

Pod pojmem choroby vína se označují onemocnění způsobená kvasinkovými mikroorganismy, bakteriemi či viry. Mezi nejčastější choroby révy vinné patří **virový roncet** (způsobovaný virem roncet), houbové choroby **padlí révové** (*Oidium tuckeri*), **plíseň** révy vinné (způsobovaná houbou *Plasmopara viticola*) a šedá plesnivost čili **plíseň šedá** (způsobovaná vřeckovýtrusnou houbou *Botryotinia fuckeliana*) [17, 74].

7.1.1 Virové choroby

Mezi virové choroby (viz Tabulka 8) se řadí například virová svinutka révy, vorivá mozaika huseníku na révě vinné, virová vějířovitost révy a další. Detekce virů v rostlinách zahrnuje destruktivní odběr vzorků, následovaný testováním enzymatickým imunisorbčním testem (ELISA) a/nebo reverzní transkripční polymerázovou řetězovou reakcí (RT-PCR) [75].

7.1.2 Bakteriální choroby

Původcem chorob (viz Tabulka 9) tohoto charakteru jsou gramnegativní bakterie tyčinkovitého tvaru poškozující vodivá pletiva rostlin. K nejznámějším zástupcům bakterií, které napadají révu vinnou patří například *Rhizobium vitis*, *Pseudomonas syringae*, *Xylella fastidiosa* a *Xylophilus ampelinus* [17]. Způsob, kterým rostlinné patogenní bakterie způsobují onemocnění je stejně pestrý jako typy příznaků, které způsobují. Mezi symptomy patří například tvorba tumorů (nádorů), hniloba, skvrny, nekrózy a vadnutí listů. V porovnání s viry, které pronikají do vnitra hostitelských buněk, bakterie napadají intercelulární buněčné prostory, nejčastěji pletiv nebo cévních svazků. Odtud pronikají dále do nadzemních částí rostliny [76].

Tabulka 8: Virové choroby

Název	Původce	Charakteristika	Projevy choroby	Zdroje
Virová svinutka révy	viry z čeledi <i>Closteroviridae</i>	jednou z hospodářsky nejvýznamnější virových chorob; představuje téměř 60 % celkových ztrát v produkci hroznů	projevuje se oslabením růstu keřů, snižuje rentabilitu a životnost výsadby; předčasné podzimní zbarvení listové plochy omezuje výkonnost fotosyntézy a důsledkem je nižší cukernatost hroznů; okraje listové čepele se svinují směrem dolů a současně začíná list od okraje žloutnout nebo měnit barvu na červenofialovou	[78, 75]
Virová mozaika huseníku na révě vinné	rod <i>Nepovirus</i> patřící do podčeledi <i>Comoviridae</i>	velmi široký přirozený rozsah hostitelů; podobné příznaky jako virová vějířovitost révy	keře jsou oslabeny v růstu, očka raší později a letorosty tvoří kratší internodia; mramorování a skvrnitost listů i jejich deformace	[79, 80]
Virová vějířovitost révy	rod <i>Nepovirus</i> patřící do podčeledi <i>Comoviridae</i>	„roncet révy vinné“; degenerativní onemocnění révy vinné; zapříčiňuje ztráty výnosu až 80 %, špatnou kvalitu ovoce a zkrácenou životnost révy vinné	napadené keře se vyznačují slabou intenzitou růstu; zkrácení internodií s častou fasciací a deformovanými listy	[17, 81]
Virová mělká vrásčitost révy	<i>Grapevine A, B virus</i>	4 různé choroby tvoří komplex vrásčitosti révy: mělká vrásčitost révy, korkovitost kůry révy, žlábkovitost Kober 5 BB a drážkování LN 33	podélná vrásčitost dřevního válce, která vynikne po odstranění borky a korových vrstev; postižené keře jsou světle zbarveny, mají menší listy, při silnějším onemocnění dochází k předčasnému odumírání keřů	[82, 83]

Tabulka 9: Bakteriální choroby

Název	Původce	Charakteristika	Zdroje
Bakteriální skvrnitost listů révy	<i>Pseudomonas syringae</i>	na listech se v okolí žilnatiny vytváří drobné žluté až žlutozelené ohraničené skvrny, které mohou být ojedinělé nebo ve skupinách; postižená místa červenají, hnědnou a postupně nekrotizují; chloróza, stárnutí a předčasné opadávání infikovaných listů	[84, 85]
Bakteriální nádorovitost révy	<i>Rhizobium vitis</i>	část plasmidu patogenního mikroorganismu se dostává do buňky poraněných pletiv hostitele, integruje s jadernou DNA a kóduje genezi tumorů a syntézu opinů; napadené keře mají světlejší a menší listy, také kratší a slabší přírůstky, neboť rozšiřující se patogen ucpává vaskulární tkáň a omezuje tak transport vody a živin do révy	[17, 86]
Pierceho choroba	<i>Xylella fastidiosa</i>	bakterie rostoucí v xylému, zablokují systém přívodu vody a listy se následně na okrajích zbarví slabě žlutě nebo červeně; bobule se scvrkávají, hrozny usychají a listy z rostliny předčasně opadají	[87, 88]
Bakteriální nekróza	<i>Xylophilus ampelinus</i>	červenohnědé až černé pruhy rozšiřující se od báze k vrcholu letorostů, které následně vadnou a usychají; praskliny podél výhonků, hnědé zbarvení tkáně xylému a na listech úhlové nekrotické léze; listy mohou být napadeny přes řapík, žilnatinu nebo průduchy	[89, 90]

7.1.3 Fytoplazmy u révy vinné

Fytoplazmy jsou velmi malé (200 – 800 nm), okrouhlé bakterie nepravidelného tvaru bez buněčné stěny, které způsobují těžké a neléčitelné choroby divokých a kultivovaných rostlin včetně révy vinné. Řadí se do třídy *Mollicutes*, a jsou přirozeně přenášeny hmyzem [91]. Jsou schopny žít pouze v živých pletivech hostitelů. Způsobují **zlaté žloutnutí révy** (*Flavescence doreé*). Přenašečem je invazní druh křísek révový (*Scaphoideus titanus*) [92]. V hostitelských rostlinách indukují příznaky, které naznačují zásah do vývoje rostliny, projevující se jako žloutnutí listů, proliferace, malformace květů, zastavení či zpomalení růstu. Dalším zástupce je **fytoplazma stolburu bramboru** a napadá kromě révy i široké spektrum zemědělských plodin. Jsou přenášeny především hmyzími vektory (larvami i dospělci) a to prostřednictvím vpichu do hostitelské rostliny. Vektorem je například žilnatka vironosná (*Hyalosthes obsoletus*). Tento teplomilný druh se vyskytuje především na jižní Moravě a na Slovensku. Odolnost jednotlivých odrůd révy vinné a podnoží není doposud přesně známá, ale různě intenzivní příznaky se objevují v závislosti na odrůdě. Laboratorně se fytoplazmy mohou detekovat prostřednictvím PCR a ELISA metod [17, 91].

7.2 Vady a nedostatky vína

Již během školení vína nebo až po provedeném číření a stabilizaci se mohou ve víně objevit kvalitativní, sensoricky rozpoznatelné nedostatky, projevující se zejména nežádoucími změnami ve vzhledu, barvě, vůni či chuti vína. Způsobují je fyzikálně-chemické procesy, které probíhají ve rmutech, mošttech a ve víně během jeho zrání. Může je také způsobovat i špatná technologie při výrobě vína [36]. Nejčastějším důvodem je však špatná hygiena a sanitace od zpracování hroznů až po lahvování [41].

Mezi vady a nedostatky vína (viz Tabulka 10) patří pachův a vůně po korku, pachův po plísních, hnědnutí vína, oxidace vína (zvětrání), „sirka“, pelargoniová vůně, vůně po zrajícím sýru, bílkovinné zákaly, pachův po filtraci, pachův a vůně po korku, pachův po plísních atd.

Tabulka 10: Vady a nedostatky vína

Název	Charakteristika	Projevy	Zdroje
Hnědnutí vína	častá vada vína; mohou jím být postiženy všechny odrůdy; nejvíce mu však podléhají mošty a vína, která jsou vytvořena z přezrálých či nahnilých hroznů s nízkým obsahem kyselin, či která byla napadena ušlechtilou plísní <i>Botrytis cinerea</i> ; obzvláště pak bílá vína, která se přístupem vzduchu zbarvují do žluto-hněda, hnědo-červena až hněda	probíhá oxidace tříslovin, katalyzována enzymem oxidázou na chinony kondenzující na hnědé polymery; změna barvy může být vyvolána i neenzymatickými reakcemi, kterým však zabraňuje přítomnost kyseliny askorbové; ta redukuje vznikající barevné chinony zpět na dále neoxidovatelné a nebarvící se polyfenoly; ve vůni můžeme cítit ořech, hrušku, chlebovou kůrku či sušené ovoce; chuť je zvětralá a olejová	[22, 36, 44]
Oxidace vína (zvětrání)	poškozuje všechna nedostatečně ošetřená vína; oxidace vína je způsobena reakcí kyslíku s různými komponenty; mošty oxidují velmi rychle, vína pomaleji; dochází k oxidaci ethanolu, v jehož důsledku vzniká acetaldehyd, který ovlivňuje vůni a chuť vína; acetaldehyd vzniká z kyseliny jantarové a způsobuje nepříjemnou vůni vína; lehce se může slučovat s kyslíkem, a tak víno snadněji a rychleji oxiduje; správné a včasné používání SO ₂ je nejjednodušší a nejefektivnější způsob, jak se dá mošt nebo víno ochránit před oxidací	nejčastěji se vyskytující vada; víno ztrácí svůj ovocný charakter a rozvíjí se vadné aroma; to je zpočátku zvětralé, oxidativní, později má tón po nahnilých jablkách; u bílých vín dochází k zvýraznění hořké chuti; mladá vína často ztrácejí své intenzivní aroma; barva u bílých vín tmavne a u červených vín získává načernalý tón (projevuje se tedy méně výrazně)	[36, 93, 94]
„Sirka“ (příchuť po sirovodíku)	způsobena vytvářejícím se sirovodíkem (H ₂ S); vysoce těkává látka vůni připomínající zkažená vejce; může vzniknout užitím sirných prostředků ve vinohradech před sklizní, ale i při vyšším obsahu kalů v moštu; přítomnost sirovodíku v moštu značně ochromuje činnost kvasinek; kromě sirovodíku existují další sirnáté sloučeniny, které způsobují tzv. „reduktivní aroma“	změna pachu závisí na typu vína a odrůdě; specifická vůně po zkažených vejcích, kapustě, vařeném chřestu, česneku či cibuli; její chuť je široká, sýrovitá, chutná i po kapustě a hnilobě; další sirnáté sloučeniny ve vůni a chuti vína vyvolávají tóny po shnilém nebo vařeném zelí, spálené gumě, melase, česneku či sýru	[44, 95, 96]
Bílkovinné zákal	během skladování nalahvovaného vína mohou příležitostně teplotní extrémny vést k agregaci a flokulaci proteinů, což má za následek vznik zákalu; vznik bílkovinných zákalů je způsoben obsahem termolabilních bílkovin, které byly před lahvováním nedostatečně ošetřeny a odstraněny	bělavý nebo průsvitný závoj, usazují se na stěně nebo na dně láhve; tento neatraktivní zákal nemá vliv na čichové a chuťové vlastnosti vína;	[20, 97, 98]
Pachut' po filtraci	není závažná, ale její výskyt je poměrně častý; pachut' se vyskytuje, pokud nebyl filtr před použitím dostatečně propláchnut vodou; důležité sledovat protékající vodu, do té doby, než bude mít neutrální vůni a chuť	u vína se po filtraci náplavovými komorovými filtry nebo filtry deskovými, může vůně a příchuť jevit jako fadní, chemická, připomínající papír či lepenku; není nutné ji odstraňovat	[13, 22]
Pachut' a vůně po korku	vážná a pro vinaře velmi nepříjemná vada vína, projevující se jen u láhvoých vín po delší době ležení vína v láhvi; proto se vždy při otevření vína přivoní ke korkové zátku, aby se zjistilo, zda je „zdravá“; vada vzniká již ve výrobě při zpracovávání korkového dubu, který byl napadený plísněmi	takto napadená vína mají zápach a chuť tupou, zastaralou, zatuchlou a ztrouchnivělou překrývající částečně nebo úplně odrůdový buket vín;	[16, 41, 44]
Pachut' po plísních	způsobuje ve víně velmi negativní změny a je obtížně odstranitelná; pachut' po plísních se ve většině případů dostává do vína ze znečištěného náradí nebo nádob; může to být také stykem s plesnivými sudy, hadicemi a jiným sklepním zařízením; proto je důležité udržovat veškerou technologii a sklep v absolutní čistotě	víno má vyšší barvu s tendencí k hnědnutí; vůně je ostrá, zatuchlá až nepříjemně dráždivá, často zastírající odrůdu a chuť; mezi nejznámější druhy plísní patří <i>Penicillium</i> a <i>Aspergillus</i>	[22, 44]

7.3 Škůdci révy vinné

Mezi nejznámější škůdce révy vinné (viz Tabulka 11) patří mšička révokaz, vlnovník révový, svilušky, housenky obaleče, zobonoska révová nebo hálčivec révový.

Tabulka 11: Přehled nejčastějších škůdců révy vinné

Škůdce	Charakteristika	Zdroje
mšička révokaz (Daktulosphaira vitifoliae)	nejnebezpečnější škůdce; saje na kořenech révy nejčastěji v jarních a letních měsících a způsobuje jejich uhnívání, v důsledku čehož dochází k úhynu celé rostliny	[17, 99]
vlnovník révový (Colomerus vitis)	tento roztoč poškozuje listy révy vinné sáním; je původcem plstnatosti révy, která je někdy označována jako erinóza; hmyz vytváří při sání na listech a na květech deformace a plstnaté útvary na spodní části listů; snižuje především fotosynteticky aktivní plochu a zhoršuje tím kvalitu hroznů	[17, 100, 19]
sviluška ovocná (Panonychus ulmi) a sviluška chmelová (Tetranychus urticae)	na listech produkují jemnou pavučinku (hedvábný popruh), který chrání proti abiotickým činitelům, před dravci, k vytvoření koloniálního mikrobiště a jako transportní prostředek pro disperzi	[101]
housenky obaleče jednopásého (Eupoecilia ambiguella) a obaleče mramorovaného (Lobesia botrana)	poškozující rostliny žírem poupat a bobulí; patří mezi nejvýznamnější škůdce révy vinné a mohou způsobovat i největší hospodářské škody	[17, 102]
Zobonoska révová (Byctiscus betulae) a hálčivec révový (Calepitrimerus vitis)	samice zobonosek vykusují pruhy v listech a následně je stácejí do kornoutků; takto zničené listy opadávají hálčivec je původcem kadeřavosti révy neboli akarínózy; významné škody může způsobovat zejména v nových výsadbách u sazenic těsně po rašení; zvláště u citlivých odrůd révy se může její růst výrazně zpomalit až zastavit	[17, 103]

8 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE VÍNA

Nutriční a celkově pozitivní vlastnosti vína na lidský organismus jsou známy tisíce let. Již Hippocrates kolem roku 450 př. n. l. doporučoval pacientům specifické druhy vín k zmírnění horečky, také jako dezinfekci, ke krytí ran nebo jako diuretikum či výživový doplněk. První oficiální zpráva, která zahrnovala řadu důkazů o pozitivním přínosu polyfenolických sloučenin v červeném víně, pochází z roku 1410 n. l. Až do roku 1900 bylo víno používáno při léčení několika lidských afekcí. Také se využívalo jako důležité rozpouštědlo pro léky. Ve 20. století se státy prohnala vlna prohibice a lidé bojovali proti všem nápojům s obsahem alkoholu. Od 90. let 20. století došlo k výraznému obnovení zájmu lékařské profese o zdravotní prospěch mírné konzumace vína [2, 30].

Přestože byla mírná konzumace alkoholu spojena s nižším rizikem jak kardiovaskulárních onemocnění (CVD), tak s Diabetes mellitus 2. typu (DM 2), vysvětlení těchto epidemiologických pozorování není zcela jasné. Konzumace alkoholu zvyšuje koncentraci cholesterolu, lipoproteinů s vysokou hustotou (HDL, high density lipoprotein) a v malém množství je spojena s nižšími plazmatickými koncentracemi triacylglycerolů (TAG) a inzulínu. Lze tedy předpokládat, že mírná konzumace alkoholu snižuje riziko těchto syndromů zlepšením citlivosti organismu na inzulín [104].

Víno čítá širokou škálu odrůd, které obsahují zcela odlišný obsah ethanolu a polyfenolů. Zůstává spor o to, zda alkohol nebo polyfenolické látky přispívají více ke zdravotním přínosům pravidelné mírné konzumace vína. Odrůdy vín, které jsou k dispozici spotřebitelům, mohou mít různé účinky na zdraví v závislosti na celkovém polyfenolickém obsahu a na spektru jednotlivých polyfenolů [105].

Antioxidační účinky červeného vína a jeho hlavních polyfenolů byly prokázány v mnoha experimentálních systémech, které pokrývají rozsah od *in vitro* studií (lidský lipoprotein s nízkou hustotou, liposomy, makrofágy, kultivované buňky). Několik těchto sloučenin (zejména katechin, quercetin a resveratrol) podporuje tvorbu oxidu dusnatého vaskulárním endotelem; inhibují syntézu tromboxanu v destičkách a leukotrienu v neutrofilu, moduluje syntézu a sekreci lipoproteinů v celých zvířatech a lidských buněčných liniích a zastavují růst nádorů, stejně jako inhibují karcinogenezi v různých experimentálních modelech. Cílové mechanismy pro tyto účinky zahrnují inhibici fosfolipázy A2 a cyklooxygenázy, inhibici fosfodiesterázy se zvýšením koncentrací cyklických nukleotidů a inhibici několika protein kináz zapojených do buněčné signalizace [27, 106].

„Francouzský paradox“

„Francouzský paradox“ je termín, který naznačuje nižší výskyt vaskulárních onemocnění srdce ve Francii ve srovnání s jinými západními zeměmi, navzdory podobnému příjmu živočišného tuku. Tento jev byl prokázán zvýšeným příjmem zejména červeného vína [107].

První epidemiologické pozorování, že francouzská populace trpí poměrně nízkým výskytem koronárních onemocnění srdce, navzdory poměrně vysokému příjmu nasycených mastných kyselin v potravě a časté konzumaci vína, poprvé popsal irský lékař S. Black v roce 1819 a později byl pro tento fenomén použit termín „Francouzský paradox“. Antioxidační vlastnosti polyfenolů z hroznů jsou pravděpodobně klíčové pro jejich kardioprotektivní účinky. Tyto antioxidační vlastnosti jsou zprostředkovány buněčnou signalizací a interakcí na úrovni genomu. Červené víno je přirozeným zdrojem antioxidantů, které mohou chránit tělo před oxidačními poruchami. Většina těchto účinků je připisována resveratrolu [108].

Zvýšení antioxidačního stavu a snížení oxidativního stresu

Studie z roku 2002 [38] uvádí, že příjem bílého vína v objemu 400 ml/den po dobu dvou týdnů výrazně zvýšil antioxidační stav a snížil oxidativní stres. Podobné spektrum dobrovolníků, kteří konzumovali 375 ml červeného vína denně po dobu dvou týdnů, mělo zvýšenou koncentraci obsahu fenolických látek v plazmě. Analogicky byly sníženy maximální koncentrace konjugovaných dienů a látek reagujících s kyselinou thiobarbiturovou v cholesterolu s LDL oxidovaným oxidem draselným, zatímco plazmatická koncentrace HDL vzrostla. Některé experimentální studie naznačily, že resveratrol chrání částice aterogenních lipoproteinů před oxidačními modifikacemi, zvyšuje výstup cholesterolu z cévní stěny a snižuje přítok nebo vychytávání cholesterolu v makrofázích. Víno obsahuje i další přírodní antioxidanty zejména viniferin, kvercetin a katechin, jenž inhibují enzymy cyklooxygenázy, které hrají důležitou roli při zánětlivých poruchách, včetně aterosklerózy [30, 108].

Cílem studie z roku 2006 [107] bylo analyzovat vztah mezi plazmatickými hladinami polyfenolů a antioxidační aktivitou červeného a bílého vína. Dvacet zdravých subjektů bylo náhodně rozděleno k pravidelnému pití 300 ml červeného (n = 10) nebo bílého (n = 10) vína po dobu 15 dnů. Další deset subjektů se na 15 dní zdrželo alkoholu a sloužilo jako kontrola. Sledovala se koncentrace prostaglandinu PGF-2 α -III v moči, marker oxidativního

stresu a plazmatické hladiny polyfenolů. PGF-2 α -III významně klesl u subjektů konzumujících červené víno než u těch, kteří pili bílé víno. Subjekty užívající červené víno měli vyšší hladiny polyfenolů v plasmě než ti, kteří konzumovali bílé víno. Polyfenoly v plasmě byly nepřímo korelovány s PGF-2- α v moči. U jedinců sloužících jako kontrola nebyly pozorovány žádné změny koncentrací izoprostanů v moči. Studie *in vitro* prokázala, že pouze směs polyfenolů inhibuje oxidaci LDL a aktivaci NADPH oxidázy. Takové inhibiční účinky byly výraznější s použitím koncentrací polyfenolů zjištěných v lidském oběhu po konzumaci červeného vína. Tato studie ukazuje, že červené víno má větší antioxidační účinek než bílé víno, a to díky vyššímu obsahu polyfenolů, což může být závislé na synergickém účinku mezi jednotlivými polyfenoly.

Endoteliální vliv

Dalším vlivem červeného vína a jeho prospěšných složek je endoteliální vliv. Endoteliální dysfunkce je charakteristickým znakem aterosklerózy, která si zachovává také prognostické důsledky pro kardiovaskulární riziko. V souladu s tím, řada biologických a klinických studií dokázala, že složky červeného vína mohou vyvolat koronární vazodilataci, indukovat expresi několika proteinů indukovaných kardioprotektivním oxidačním stresem a také mohou vyvolat aktivaci adenosinových receptorů zlepšujících brachiální dilataci. Vedoucí mechanismus, který je základem zlepšené endoteliální funkce s pravidelnou mírnou konzumací vína, je zvýšení syntézy oxidu dusnatého, což je pravděpodobně kvůli pozoruhodnému zvýšení promotorové aktivity syntázy oxidu dusnatého. Vědci také zjistili, že prokyanidiny mohou mít specifický účinek uvnitř krevních cév, který je odlišný od jakýchkoli antioxidačních vlastností. Tento biologický mechanismus byl identifikován snížením syntézy endotelinu-1 [30, 108].

Vliv na imunitní systém

Experimentální a klinické údaje podporují názor, že je alkohol silným imunomodulátorem. Zatímco vysoká spotřeba alkoholu potlačuje širokou škálu imunitních odpovědí, které vedou ke zvýšenému výskytu řady infekčních onemocnění, mírná konzumace alkoholu může mít příznivý vliv na imunitní systém, ve srovnání s užíváním alkoholu nebo abstinencí, nejpravděpodobněji kvůli polyfenolickým látkám, které přispívají k ochrannému účinku pozorovanému při mírné konzumaci alkoholu v případě CVD a imunitního systému [109].

Vliv na funkci trombocytů

Mezi řadou příznivých účinků spojených s mírným příjmem červeného vína je modulace funkce trombocytů pravděpodobně nejvíce zkoumanou oblastí. V podstatě mírný příjem alkoholu (~ 30 g/den) červeného vína snižuje agregaci krevních destiček způsobenou kolagenem. Kolagenem indukovaná agregace krevních destiček byla také významně snížena u osob, které konzumovaly dvě až čtyři skleničky červeného vína denně, a extrakt z hroznů bohatý na flavanol akutně snížil epinefrin a adenosin-difosfáty stimulující reaktivitu destiček [30, 108, 110].

Vliv na koagulaci krve

Podobný příznivý účinek komponent červeného vína, byl zaznamenán u koagulace krve. Metaanalýza experimentálních studií ukázala, že střední dávka alkoholu (30 g/den) zvyšuje koncentrace plazmového HDL cholesterolu, apolipoproteinu A-I, plazminogenu, tkáňového aktivátoru plazminogenu (tPA), zatímco dojde ke snížení hladin lipoproteinu (a), fibrinogenu a von Willebrandovu faktoru (vWF). Ve studii Framingham Offspring byl mírný příjem alkoholu spojen s nižšími hladinami fibrinogenu, viskozity plazmy, vWF a faktoru VII [110].

Modulace citlivosti na insulin

Další studie [111, 112] zkoumaly vztah mezi konzumací alkoholu a citlivostí na inzulin u nediabetických a diabetických jedinců. Vědci dospěli k závěru, že mírný příjem alkoholu způsobuje potenciálně prospěšnou modulaci citlivosti na inzulin a ukázal inverzní souvislost s rizikem vzniku cukrovky typu 2. Jedním z dalších mechanismů zodpovědných za francouzský paradox je to, že může souviset nárůstem koncentrace omega-3 mastných kyselin v krvi (fenomén zvaný „rybí účinek“), neboť o omega-3 mastných kyselinách s dlouhým řetězcem je známo, že chrání před kardiovaskulárními komplikacemi, snižují záněty a omezují těžké srdeční arytmie [113, 114].

Další účinky vína

Řada léků užívaných při léčbě artritidy má tendenci podráždit žaludek. Tento vedlejší účinek může být potlačován mírně kyselými stolními víny se sníženým obsahem alkoholu. Jiné příznivé účinky související s mírnou spotřebou vína, mohou pocházet z jeho mírně diuretických a svalově relaxačních vlastností. Diuretický účinek vína může snížit retenci vody a minimalizovat otoky kloubů. Víno může také přímo snížit svalové křeče a tuhost spojenou

s artritidou. Antiinflamační účinky fenolů, zejména resveratrolu, mohou hrát roli i při snižování utrpení jedince spojeného s artritidou [2].

U mužů i žen je vliv celkového množství požitého alkoholu na zdraví rovnocenný. Ti, kteří pijí červené víno mají podle studií nižší úmrtnost než při konzumaci bílého vína, piva či jiného alkoholického nápoje. Nicméně navzdory rostoucím důkazům, že mírný příjem červeného vína je prospěšný, a že by mohl být „paradoxně“ považován za terapeutickou možnost prevence nebo dokonce léčby koronárních onemocnění, stále existují určité pochybnosti. Za prvé, stále není jasné, zda jsou pozitivní přínosy ovlivněny některými sociálně-ekonomickými aspekty (např. věk, pohlaví, kouření, pití, fyzická aktivita). Poté se zdá, že kardioprotektivní účinky se u dospělých ve středním a vyšším věku projevují o něco více než u mladých dospělých. Zatím je stále nejisté, jaké množství alkoholu je potřebné konzumovat, aby došlo ke snížení rizika vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Většina studií uvádí množství mezi jednou až třemi sklenkami vína. Nejúčinnější látky mající vliv na prevenci koronárních onemocnění musí být také definitivně identifikovány; zatímco existuje široká shoda v názorech ohledně silných antioxidačních účinků polyfenolů, biologická role resveratrolu je stále kontroverzní. Biologická aktivita metabolitů odvozených z vína a jejich akumulace v životně důležitých orgánech jsou také stále předmětem zkoumání [108, 112].

Vliv na střevní onemocnění a zánět

Fenolické látky ve vína mohou zabránit nebo zpomalit vývoj střevních onemocnění charakterizovaných oxidačním stresem a zánětem, zejména proto, že dosahují vyšší koncentrace ve střevě než v jiných tkáních. Vychytávají a zbavují nás volných radikálů a modulátory specifických genů souvisejících se zánětem, které se účastní buněčné redoxní signalizace. Důležitost polyfenolů byla nedávno zdůrazňována pro jejich schopnost působit jako probiotika a antimikrobiální činidla [115].

Studie z roku 2012 [116] uvedla, že resveratrol, hydroxystilbenoidní polyfenol nacházející se v hroznech a ve víně, působí protizánětlivým metabolickým přínosem. Vědci zjistili, že způsobí inhibici cAMP (cyklický adenosinmonofosfát) fosfodiesteráz, čímž vyvolá signalizační kaskádu, která vede k možné aktivaci savčího enzymu sirtuin 1.

9 ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce se věnuje hodnocením kvality vína. V úvodu práce jsou uvedeny obecné informace o révě vinné, její domestikaci, morfologii a fyziologii, o historii vinohradnictví a vinařství ve světě a na území České republiky, o klasifikaci révového vína, které zahrnuje například stálá stolní vína, zemské víno či jakostní víno.

Tato práce shrnuje jak obecné, tak i konkrétní způsoby hodnocení kvality vína z laboratorního i senzorického hlediska, neboť je víno nesmírně komplexní matrice. V současné době se stanovuje jen malá část látek, které jsou obsaženy ve větších koncentracích, avšak modernější a citlivější technologie poskytují stále přesnější výsledky.

Dále je v práci uvedeno zastoupení jednotlivých látek ve vinných hroznech, jsou zde zmíněny choroby vína, které mohou být virového či bakteriálního původu, vady a nedostatky vína a v neposlední řadě škůdci révy vinné. Charakteristiky jednotlivých vad a chorob vína i s jejich zástupci jsou přehledně shrnuty do tabulek.

Závěr práce obsahuje kapitolu o zdravotních aspektech konzumace bílého a červeného vína, které jsou podloženy celou řadou studií.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUGLASS, Alan J. *Handbook of alcoholic beverages: technical, analytical and nutritional aspects*. Chichester, West Sussex, England: John Wiley, 2011. ISBN 978-0-470-51202-9.
- [2] JACKSON, Ron S. *Wine science: principles, practice, perception*. 4. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2014, 789 s. ISBN 978-0-12-38146-85.
- [3] TERRAL, Jean-Frédéric, Elidie TABARD, Laurent BOUBY, et al. Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. 2010, **105**(3), 443-455.
- [4] AYALA, Francisco J. Elixir of life: In vino veritas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011, **108**(9), 3457-3458.
- [5] GUASCH-JANÉ, M. R., S. FONSECA a M. IBRAHIM. Wine of ancient egypt: Documenting the viticulture and winemaking scenes in the egyptian tombs. *Francia*, 2013, **2**(5).
- [6] VARZAKAS, Theodoros a Constantina TZIA. *Food engineering handbook*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2015. ISBN 978-148-2261-691.
- [7] BOUBY, Laurent a Philippe MARINVAL. La Vigne Et Les Débuts De La Viticulture En France: Apports De L'archéobotanique. *Gallia*. 2001, (58), 13-28.
- [8] ROSSETTO, M., J. MCNALLY a R. J. HENRY. Evaluating the potential of SSR flanking regions for examining taxonomic relationships in the Vitaceae. *TAG Theoretical and Applied Genetics*. 2002, **104**(1), 61-66.
- [9] ROBINSON, Jancis. *The Oxford companion to wine*. 4. New York, NY: Oxford University Press, 2015. ISBN 978-0-19-870538-3.
- [10] KRAUS, Vilém. *Pěstujeme révu vinnou*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2012, 128 s. Česká zahrada. ISBN 978-80-247-3465-1.
- [11] BRÁZDIL, Rudolf a Oldřich KOTYZA. *History of weather and climate in the Czech Lands*. Brno: Masaryk University, 2000. ISBN 80-210-2384-8.

- [12] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil WURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 2. díl*. Praha: Praga Mystica, 2008, 312 s. ISBN 978-80-86767-09-3.
- [13] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil WURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína 1. díl*. 1. Praha: Praga Mystica, 2008, 304 s. ISBN 80-867-6700-0.
- [14] MOŽNÝ, Martin, Rudolf BRÁZDIL, Petr DOBROVOLNÝ a Miroslav TRNKA. April–August temperatures in the Czech Lands, 1499–2015, reconstructed from grape-harvest dates. 2016, **12**(7), 1421-1434.
- [15] KRAUS, Vilém. *Réva a víno v Čechách a na Moravě*. Praha: Radix, 1999, 280 s. Tradice a současnost (Radix). ISBN 80-860-3123-3.
- [16] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinařů. 2.*, aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3.
- [17] PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, 2011, 336 s. ISBN 978-80-247-3314-2.
- [18] Vinařské oblasti České republiky. In: *Vínostyl.cz* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.vinostyl.cz/clanky/vinarske-oblasti-ceske-republiky>.
- [19] DUSO, C. a E. DE LILLO. 3.2.5 Grape. Eriophyoid Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. 1996, 571-582.
- [20] KRAUS, Vilém, Vítězslav HUBÁČEK a Petr ACKERMANN. *Rukověť vinaře. 3.* vyd. Praha: Brázda, 2010, 280 s. ISBN 978-80-209-0378-5.
- [21] VAN LEEUWEN, Cornelis a Gerard SEGUIN. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*. 2006, **17**(1), 1-10.
- [22] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. 1. Valtice: Národní salon vín, 2002, 308 s. ISBN 80-903-2010-4.
- [23] FIC, Vlastimil. Sborník aplikačních postupů: víno – analýza, technologie výroby, gastronomie. Český Těšín: 2 Theta, 2014. ISBN 978-80-86380-71-1.
- [24] WALTON, Stuart. *Víno: ilustrovaná encyklopedie*. 1. vyd. Praha: Svojtka, 2002. ISBN 80-723-7612-8.

- [25] TORRESI, Sara, Maria Teresa FRANGIPANE a Gabriele ANELLI. Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. 2011, **129**(3), 1232-1241.
- [26] PEDNEAULT, Karine a Caroline PROVOST. Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits, and challenges. 2016, **208**, 57-77.
- [27] RIBÉREAU-GAYON, Pascal, Denis DUBOURDIEU a Bernard DONÈCHE. *Handbook of enology*. 2. Hoboken: J. Wiley, 2006, 451 s. ISBN 978-0-470-01037-2.
- [28] BERTHELS, N., R. CORDEROOTOERO, F. BAUER, J. THEVELEIN a I. PRETORIUS. Discrepancy in glucose and fructose utilisation during fermentation by wine yeast strains, 2004, **4**(7), 683-689.
- [29] URSINI, FULVIO a ALEX SEVANIAN. Wine Polyphenols and Optimal Nutrition. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002, **957**(1), 200-209.
- [30] GIAN CESARE GUIDI. Red wine and cardiovascular health the "French Paradox" revisited. 2010, 1-7.
- [31] MARTIN, Maria Angeles, Luis GOYA a Sonia RAMOS. Protective effects of tea, red wine and cocoa in diabetes. Evidences from human studies. 2017, **109**, 302-314.
- [32] MA, Wen, Pierre WAFFO-TÉGUO, Michäel JOURDES, Hua LI a Pierre-Louis TEISSEDRE. First evidence of epicatechin vanillate in grape seed and red wine. 2018, **259**, 304-310.
- [33] LIU, Shao-Quan a Gordon J. PILONE. An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. 2000, **35**(1), 49-61.
- [34] SILVA, Maria A., Michel JULIEN, Michael JOURDES a Pierre-Louis TEISSEDRE. Impact of closures on wine post-bottling development. 2011, **233**(6), 905-914.
- [35] HRABĚ, Jan, František BUŇKA a Ignác HOZA. Technologie výroby potravin rostlinného původu: pro kombinované studium. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-520-6.

- [36] EDER, Reinhard. *Vady vína*. 1. Valtice: Národní vinařské centrum, 2006, 263 s. ISBN 80-903-2016-3.
- [37] ROMANO, P. a G. SUZZI. Origin and Production of Acetoin during Wine Yeast Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 1996, **62**(2), 309-315.
- [38] DE VILLIERS, André, Phillipus ALBERTS, Andreas G.J. TREDoux a Hélène H. NIEUWOUDT. Analytical techniques for wine analysis: An African perspective; a review. 2012, **730**, 2-23.
- [39] BOKULICH, Nicholas A., Michael SWADENER, Koichi SAKAMOTO, David A. MILLS a Linda F. BISSON. Sulfur Dioxide Treatment Alters Wine Microbial Diversity and Fermentation Progression in a Dose-Dependent Fashion. 2015, **66**(1), 73-79.
- [40] *Wine Flavour Chemistry* [online]. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2004. ISBN 9780470995594.
- [41] KÖNIG, Helmut, Gottfried UNDEN a Jürgen FRÖHLICH. *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*. 2017 ISBN 978-3-319-60020-8.
- [42] EL RAYESS, Y., C. ALBASI, P. BACCHIN, P. TAILLANDIER, J. RAYNAL, M. MIETTON-PEUCHOT a A. DEVATINE. Cross-flow microfiltration applied to oenology: A review. 2011, **382**(1-2), 1-19.
- [43] ARRIAGADA-CARRAZANA, J.P., C. SÁEZ-NAVARRETE a E. BORDEU. Membrane filtration effects on aromatic and phenolic quality of Cabernet Sauvignon wines. 2005, **68**(3), 363-368.
- [44] KRAUS, Vilém a Jiří KOPEČEK. *Setkání s vínem*. Aktualiz. vyd. Praha: Radix, 2012, 158 s. ISBN 978-80-86031-96-5.
- [45] CALIARI, Vinícius, Carolina Pretto PANCERI, Jean Pierre ROSIER a Marilde T. BORDIGNON-LUIZ. Effect of the Traditional, Charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. *LWT*. 2015, **61**(2), 393-400.
- [46] BUXADERAS, Susana a Elvira LÓPEZ-TAMAMES. *Sparkling Wines: Features and Trends from Tradition*. Elsevier, 2012, 1-45.

- [47] KUTTELVAŠER, Zdeněk. *Abeceda vína*. Praha: Radix, 2003, 280 s. ISBN 80-860-3143-8.
- [48] MURRAY, J.M., C.M. DELAHUNTY a I.A. BAXTER. Descriptive sensory analysis: past, present and future. 2001, **34**, 461-471.
- [49] JING, Wang, Li MIN, Li JIXIN, Ma TENGZHEN, Han SHUNYU, Antonio MORATA a Jose A. SUÁREZ LEPE. Biotechnology of Ice Wine Production. 2018, 267-300.
- [50] SON, H.S., Y.S. HONG, W.M. PARK, M.A. YU a C.H. LEE. A Novel Approach for Estimating Sugar and Alcohol Concentrations in Wines Using Refractometer and Hydrometer. 2009, **74**(2), 106-111.
- [51] MARGALIT, Yair. *Concepts in wine technology: small winery operations*. 3. vyd. San Francisco: The Wine Appreciation Guild, 2012, 311 s. ISBN 978-193-5879-800.
- [52] VIDAL, Stéphane, Philippe COURCOUX, Leigh FRANCIS, Mariola, Richard GAWEL, Pascale WILLIAMS, Elizabeth WATERS a Véronique CHEYNIER. Use of an experimental design approach for evaluation of key wine components on mouth-feel perception. 2004, **15**(3), 209-217.
- [53] LEZAETA, Alvaro, Edmundo BORDEU, Eduardo AGOSIN, J. Ricardo PÉREZ-CORREA a Paula VARELA. White wines aroma recovery and enrichment: Sensory-led aroma selection and consumer perception. 2018, **108**, 595-603.
- [54] LIU, Jibin, Xiao-Lin ZHU, Niamat ULLAH a Yong-Sheng TAO. Aroma Glycosides in Grapes and Wine. 2017, **82**(2), 248-259.
- [55] POZO-BAYÓN, María Ángeles, Adolfo MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, Encarnación PUEYO a M. Victoria MORENO-ARRIBAS. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. 2009, **20**(6-7), 289-299.
- [56] SWIEGERS, J.H., E.J. BARTOWSKY, P.A. HENSCHKE a I.S. PRETORIUS. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. 2005, **11**(2), 139-173.
- [57] YANG, Yu, Guo-Jie JIN, Xing-Jie WANG, Cai-Lin KONG, JiBin LIU a Yong-Sheng TAO. Chemical profiles and aroma contribution of terpene compounds in Meili (*Vitis vinifera* L.) grape and wine. 2019, **284**, 155-161.

- [58] BUGLASS, A. J. a D. J. CAVEN-QUANTRILL. Instrumental assessment of the sensory quality of wine. 2013, 466-546.
- [59] Zákon č. 321/2004 Sb.; o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství).
- [60] LEVADOUX, L. *Les populations sauvages et cultivées de Vitis vinifera L*, *Annales de l'Amélioration des Plantes*. 1956, (6), 59-117.
- [61] MATAIX, E. a M. D. LUQUE DE CASTRO. Simultaneous determination of ethanol and glycerol in wines by a flow injection-pervaporation approach with in parallel photometric and fluorimetric detection. 2000, **51**, 489–496.
- [62] BOYACI, Ismail Hakki, Hüseyin Efe GENIS, Burcu GUVEN, Ugur TAMER a Neslihan ALPER. A novel method for quantification of ethanol and methanol in distilled alcoholic beverages using Raman spectroscopy. 2012, **43**(8), 1171-1176.
- [63] ISAAC-LAM, Meden F. Determination of Alcohol Content in Alcoholic Beverages Using 45 MHz Benchtop NMR Spectrometer. 2016, **2016**, 1-8.
- [64] ROCCHIA, M., A. M. ROSSI a G. ZEPPA. Determination of ethanol content in wine through a porous silicon oxide microcavity. 2007, **123**(1), 89-93.
- [65] ROIG, B. a O. THOMAS. UV monitoring of sugars during wine making. 2003, **338**(1), 79-83.
- [66] ZOECKLEIN, Bruce W. *Wine analysis and production*. New York, 1995, 639 s. ISBN 04-129-8921-2.
- [67] VAHL, Katja, Heike KAHLERT, Lisandro VON MÜHLEN, Anja ALBRECHT, Gabriele MEYER a Jürgen BEHNERT. Determination of the titratable acidity and the pH of wine based on potentiometric flow injection analysis. 2013, **111**, 134-139.
- [68] CARRASCOSA SANTIAGO, Alfonso V, Rosario MUÑOZ a Ramón GONZÁLEZ GARCIA. *Molecular wine microbiology*. Boston: Academic Press, 2011, 359 s. ISBN 01-237-5021-0.

- [69] GRINDLAY, Guillermo, Juan MORA, Luis GRAS a Margaretha T.C. DE LOOS-VOLLEBREGT. Atomic spectrometry methods for wine analysis: A critical evaluation and discussion of recent applications. 2011, **691**(1-2), 18-32.
- [70] DESSUY, Morgana B., Maria Goreti R. VALE, Anderson S. SOUZA, Sérgio L.C. FERREIRA, Bernhard WELZ a Dmitri A. KATSKOV. Method development for the determination of lead in wine using electrothermal atomic absorption spectrometry comparing platform and filter furnace atomizers and different chemical modifiers. 2008, **74**(5), 1321-1329.
- [71] DZIADAS, Mariusz a Henryk H. JELEŃ. Analysis of terpenes in white wines using SPE–SPME–GC/MS approach. 2010, **677**(1), 43-49.
- [72] MATEO, J.J a M JIMÉNEZ. Monoterpenes in grape juice and wines. 2000, **881**(1-2), 557-567.
- [73] D'AMBROSIO, M., P. HARGHEL a V. GUANTIERI. Isolation of intact glycosidic aroma precursors from grape juice by hydrophilic interaction liquid chromatography. 2013, **19**(2), 189-192.
- [74] LEROUX, Pierre, Florence CHAPELAND, Denis DESBROSSES a Michel GRETT. Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from French vineyards. 1999, **18**(10), 687-697.
- [75] NAIDU, Rayapati A., Eileen M. PERRY, Francis J. PIERCE a Tefera MEKURIA. The potential of spectral reflectance technique for the detection of Grapevine leafroll-associated virus-3 in two red-berried wine grape cultivars. 2009, **66**(1), 38-45.
- [76] ŠAFRÁNKOVÁ, Ivana. *Poruchy, poškození a choroby révy vinné*. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 77 s. ISBN 978-80-7375-100-5.
- [78] MAREE, Hans J., Rodrigo P. P. ALMEIDA, Rachelle BESTER, et al. Grapevine leafroll-associated virus 3. 2013, **4**.
- [79] WETZEL, T., M. FUCHS, M. BOBKO a G. KRCZAL. Size and sequence variability of the Arabis mosaic virus protein 2A. Austria, 2002, 2002, **147**(8), 1643-1653.

- [80] XU, K., S. RIAZ, N. C. RONCORONI, Y. JIN, R. HU, R. ZHOU a M. A. WALKER. Genetic and QTL analysis of resistance to *Xiphinema index* in a grapevine cross. 2008, **116**(2), 305-311.
- [81] POMPE-NOVAK, Maruša, Ion GUTIÉRREZ-AGUIRRE, Jana VOJVODA, et al. Genetic variability within RNA2 of Grapevine fanleaf virus., **117**(3), 307-312.
- [82] MARTIN, R. R., K. C. EASTWELL, A. WAGNER, S. LAMPRECHT a I. E. TZANETAKIS. 2005, **89**(7).
- [83] GAMBINO, Giorgio a Ivana GRIBAUDO. Simultaneous Detection of Nine Grapevine Viruses by Multiplex Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction with Coamplification of a Plant RNA as Internal Control. 1223-1229.
- [84] WHITELAW-WECKERT, M. A., E. S. WHITELAW, S. Y. ROGIERS, L. QUIRK, A. C. CLARK a C. X. HUANG. Bacterial inflorescence rot of grapevine caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. 2011, **60**(2), 325-337.
- [85] HALL, B. H., R. L. MCMAHON, D. NOBLE, E. J. COTHER a D. MCLINTOCK. First report of *Pseudomonas syringae* on grapevines (*Vitis vinifera*) in South Australia. 2002, **31**(4).
- [86] EASTWELL, Kenneth C., Peter L. SHOLBERG a Ronald J. SAYLER. Characterizing potential bacterial biocontrol agents for suppression of *Rhizobium vitis*, causal agent of crown gall disease in grapevines. 2006, **25**(11), 1191-1200.
- [87] HOPKINS, D. L. a A. H. PURCELL. *Xylella fastidiosa*: Cause of Pierce's Disease of Grapevine and Other Emergent Diseases. 2002, **86**(10), 1056-1066.
- [88] JEGER, Michael a Claude BRAGARD. The Epidemiology of *Xylella fastidiosa*; A Perspective on Current Knowledge and Framework to Investigate Plant Host–Vector–Pathogen Interactions. 2019, **109**(2), 200-209.
- [89] DREO, T., K. GRUDEN, C. MANCEAU, J. D. JANSE a M. RAVNIKAR. Development of a real-time PCR-based method for detection of *Xylophilus ampelinus*. 2007, **56**(1).

- [90] GRALL, S. a C. MANCEAU. Colonization of *Vitis vinifera* by a Green Fluorescence Protein-Labeled, gfp-Marked Strain of *Xylophilus ampelinus*, the Causal Agent of Bacterial Necrosis of Grapevine. 2003, **69**(4), 1904-1912.
- [91] NAVRÁTIL, M., P. VÁLOVÁ, R. FIALOVÁ, P. LAUTERER, D. ŠAFÁŘOVÁ a M. STARÝ. The incidence of stolbur disease and associated yield losses in vegetable crops in South Moravia (Czech Republic). 2009, **28**(10), 898-904.
- [92] CHKHAI DZE, N.M., Mz.I. LOBJANIDZE, I.I. DZMANASHVILI, Sh.Z. BARJADZE a D.N. MAGHRADZE. Grapevine phytoplasma disease in Georgia. 2016, **14**(3), 153-162.
- [93] SILVA FERREIRA, Antonio César, Paula GUEDES DE PINHO, Paula RODRIGUES a Timothy HOGG. Kinetics of Oxidative Degradation of White Wines and How They Are Affected by Selected Technological Parameters. 2002, **50**(21), 5919-5924.
- [94] PAVLOUŠEK, Pavel a Pavla BUREŠOVÁ. *Vše, co byste měli vědět o víně: a nemáte se koho zeptat*. 1. Praha: Grada, 2015, 144 s. ISBN 978-80-247-4351-6.
- [95] HUDELSON, John. *Wine faults: causes, effects, cures*. San Francisco, CA: Wine Appreciation Guild, 2011, 96 s. ISBN 978-193-4259-634.
- [96] DITTRICH, Helmut Hans. *Mikrobiologie des Weines*. 4. vyd. Stuttgart: E. Ulmer, 2011. Handbuch der Getränketechnologie. ISBN 978-3-8001-6989-4.
- [97] BATISTA, Luís, Sara MONTEIRO, Virgílio B. LOUREIRO, Artur R. TEIXEIRA a Ricardo B. FERREIRA. The complexity of protein haze formation in wines. 2009, **112**(1), 169-177.
- [98] VAN SLUYTER, Steven C., Jacqui M. MCRAE, Robert J. FALCONER, Paul A. SMITH, Antony BACIC, Elizabeth J. WATERS a Matteo MARANGON. Wine Protein Haze: Mechanisms of Formation and Advances in Prevention. 2015, **63**(16), 4020-4030.
- [99] CORRIE, A M, R H CROZIER, R VAN HEESWIJCK a A A HOFFMANN. Clonal reproduction and population genetic structure of grape phylloxera, *Daktulosphaera vitifoliae*, in Australia. 2002, **88**(3), 203-211.

- [100] KHEDERI, Saeid Javadi, Enrico DE LILLO, Mohammad KHANJANI a Mansur GHOLAMI. Resistance of grapevine to the erineum strain of *Colomerus vitis* (Acari: Eriophyidae) in western Iran and its correlation with plant features, 2014, **63**(1), 15-35.
- [101] GRBIĆ, Miodrag, Thomas VAN LEEUWEN, Richard M. CLARK, et al. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. 2011, **479**(7374), 487-492.
- [102] SCHMIDT-BÜSSER, DANIELA, MARTIN VON ARX, SOPHIE CONNÉTABLE a PATRICK M. GUERIN. Identification of host-plant chemical stimuli for the European grape berry moth *Eupoecilia ambiguella*. 2011, **36**(2), 101-110.
- [103] MASON, P. G. a John T. HUBER. Biological control programmes in Canada, 1981-2000. 2002, 217-218.
- [104] KIM, Sun H., Fahim ABBASI, Cindy LAMENDOLA a Gerald M. REAVEN. Effect of moderate alcoholic beverage consumption on insulin sensitivity in insulin-resistant, nondiabetic individuals. *Metabolism*. 2009, **58**(3), 387-392.
- [105] WALZEM, R. L. Wine and health: state of proofs and research needs. *Inflammopharmacology*. 2008, **16**(6), 265-271.
- [106] SOLEAS, George J., Eleftherios P. DIAMANDIS a David M. GOLDBERG. Wine as a biological fluid: History, production, and role in disease prevention. *JCLA*. 1997. **11**(5), 287-313.
- [107] PIGNATELLI, P., A. GHISELLI, B. BUCHETTI, et al. Polyphenols synergistically inhibit oxidative stress in subjects given red and white wine. 2006, **188**(1), 77-83.
- [108] GOYA WANNAMETHEE, Sasiwarang, Gordon LOWE, Gerald SHAPER, Peter WHINCUP, Ann RUMLEY, Mary WALKER a Lucy LENNON. The effects of different alcoholic drinks on lipids, insulin and haemostatic and inflammatory markers in older men. 2017, **90**(12), 1080-1087.
- [109] ROMEO, Javier, Julia WÄRNBERG a Ascensión MARCOS. Drinking pattern and socio-cultural aspects on immune response: an overview. 2010, **69**(03), 341-346.
- [110] POLAGRUTO, John A., Heidrun B. GROSS, Faranak KAMANGAR, Ken-Ichi KOSUNA, Buxiang SUN, Hajime FUJII, Carl L. KEEN a Robert M. HACKMAN.

Platelet Reactivity in Male Smokers Following the Acute Consumption of a Flavanol-Rich Grapeseed Extract. 2007, **10**(4), 725-730.

- [111] KOPPEL, L. L. J., J. M. DEKKER, H. F. J. HENDRIKS, L. M. BOUTER a R. J. HEINE. Moderate Alcohol Consumption Lowers the Risk of Type 2 Diabetes: A meta-analysis of prospective observational studies. 2005, **28**(3), 719-725.
- [112] MICALLEF, Michelle, Louise LEXIS a Paul LEWANDOWSKI. Red wine consumption increases antioxidant status and decreases oxidative stress in the circulation of both young and old humans. 2007, **6**(1).
- [113] DE LORGERIL, Michel, Patricia SALEN, Jean-Louis MARTIN, François BOUCHER a Joël DE LEIRIS. Interactions of wine drinking with omega-3 fatty acids in patients with coronary heart disease: A fish-like effect of moderate wine drinking. 2008, **155**(1), 175-181.
- [114] GUIRAUD, Annabelle, Michel DE LORGERIL, Sabrina ZEGHICHI, et al. Interactions of ethanol drinking with n-3 fatty acids in rats: potential consequences for the cardiovascular system. 2008, **100**(6).
- [115] BIASI, Fiorella, Monica DEIANA, Tina GUINA, Paola GAMBA, Gabriella LEONARDUZZI a Giuseppe POLI. Wine consumption and intestinal redox homeostasis. 2014, **2**, 795-802.
- [116] QUIDEAU, Stéphane, Denis DEFFIEUX a Laurent POUYSÉGU. Resveratrol Still Has Something To Say about Aging! 2012, **51**(28), 6824-6826.