

Stanovení biogenních aminů ve vínech odebraných v oblasti Morava

Bc. Tereza Koláčková

Diplomová práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Koláčková**
Osobní číslo: **T13434**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Stanovení obsahu biogenních aminů ve vínech odebraných v oblasti Morava**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně charakterizujte vinařskou oblast Morava
2. Stručně charakterizujte biogenní aminy, jejich vznik a význam
3. Popište výrobu červených a bílých vín s důrazem na fáze, ve kterých dochází ke vzniku biogenních aminů
4. Provedte rešerši, ve které shrnete typické obsahy biogenních aminů ve vínech ve světě

II. Praktická část

1. Odeberte vzorky bílých a červených vín, které byly vyrobeny z hroznů vypěstovaných na území vinařské oblasti Morava
2. Analyzujte vzorky na obsah biogenních aminů a hodnotu pH
3. Vyhodnoťte výsledky a vyvodte závěry

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] STEIDL, Robert. Sklepní hospodářství. V českém jazyce vyd. 1. Valtice: Národní salon vín, 2002, 307 s. ISBN 80-903-2010-4.

[2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 3, Tábor: Osis, 2002. ISBN 80-86659-03-8.

[3] SANTOS, S. Biogenic amines: their importance in foods. Int. J. Food Microbiol. 1996.

[4] DADÁKOVÁ, Eva, Martin KRÍŽEK a Tamara PELIKÁNOVÁ. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). Food chemistry [online]. 2009, (116): 365-370 [cit. 2015-09-30]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146>.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Buňka, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. dubna 2016**

Ve Zlíně dne 2. února 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KOLAČKOVÁ TEREZA

Obor: TECHNOLOGIE POTRAVIN

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 11.5.2016


.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stanovením pH a osmi biogenních aminů histamin (HIM), kadaverin (CAD), putrescin (PUT), tyramin (TYM), tryptamin (TRM), fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD) a spermin (SPN) ve vínech odebraných z vinařské oblasti Morava. Teoretická část je zaměřena na charakterizaci a možnosti vzniku biogenních aminů při výrobě vína a praktická část se zabývá samotným stanovením pH a biogenních aminů ve vzorcích vína pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s UV detekcí. Stanovení probíhalo u 132 vzorků moravských bílých, růžových a červených vín. U žádného z odebraných vzorků nebyl detekován tryptamin. Téměř v každém odebraném vzorku byla zaznamenána produkce sperminu. V červených vínech byl detekován vyšší obsah biogenních aminů než ve vínech bílých. V nejvyšších koncentracích se pohybovaly putrescin (272,0 mg/l), tyramin (34,6 mg/l) a histamin (19,4 mg/l). Ve vínech růžových nebyla detekována přítomnost spermidinu.

Klíčová slova: Biogenní aminy, alkoholové kvašení, jablečno-mléčné kvašení, víno, oblast Morava

ABSTRACT

This thesis deals with the determination of pH and eight biogenic amines histamine (HIM), cadaverine (CAD), putrescine (PUT), tyramine (TYM), tryptamine (TRM) phenylethyl-amine (PEA), spermidine (SPD) and spermine (SPN) in wines collected in wine region of Moravia. The theoretical part is focused on the characterization and the possibility of formation biogenic amines in wine production and the practical part deals with the determination of pH and biogenic amines in samples of wines by high performance liquid chromatography with UV detection. Determination was carried out in 132 samples of Moravian white, rosé and red wines. None of the samples were detected tryptamine. Almost in each sample was recorded production of spermine. For red wines was detected higher levels of biogenic amines than for white wines. In the highest concentrations ranged putrescine (272,0 mg/l), tyramine (34,6 mg/l) and histamine (19,4 mg/l). For rosé wines was not detected the presence of spermidine.

Keywords: Biogenic amines, alcoholic fermentation, malolactic fermentation, wine, Moravia region

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu doc. Ing. Františku Buňkovi, PhD., za cenné rady, pomoc při zpracování, odborné vedení, ochotu a trpělivost. Dále bych ráda poděkovala paní Ing. Ludmile Zálešákové za rady, pomoc a ochotu při zpracování vzorků.

Dále bych ráda poděkovala paní Libuši Koláčkové za podporu ve studiu.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERIZACE VINAŘSKÉ OBLASTI MORAVA	12
1.1 HISTORIE.....	12
1.2 VINAŘSTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE.....	12
1.3 VINAŘSKÁ OBLAST MORAVA	13
1.4 VINAŘSKÉ PODOBLASTI.....	14
2 BIOGENNÍ AMINY	16
2.1 CHARAKTERISTIKA BIOGENNÍCH AMINŮ.....	17
2.2 VÝZNAM BIOGENNÍCH AMINŮ	18
2.3 DEKARBOXYLACE AMINOKYSELIN	18
2.4 STANOVENÍ BIOGENNÍCH AMINŮ	20
2.4.1 Toxicita biogenních aminů.....	20
2.4.2 Legislativní limity	21
3 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA	22
3.1 KVAŠENÍ MOŠTU.....	23
3.1.1 Alkoholové kvašení.....	23
3.1.2 Jablečno-mléčné kvašení.....	26
3.1.3 Bakterie mléčného kvašení	27
3.1.4 Hodnota pH	28
3.2 KONEČNÉ ÚPRAVY	28
4 OBSAH BIOGENNÍCH AMINŮ VE VÍNECH	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 CÍLE PRÁCE	34
6 MATERIÁL A METODIKA	35
6.1 CHARAKTERISTIKA VZORKŮ.....	35
6.2 STANOVENÍ OBSAHU BA VE VZORCÍCH	35
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	37
7.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ PH A BIOGENNÍCH AMINŮ.....	37
7.1.1 Hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků bílých vín	37
7.1.2 Stanovení hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků růžových vín	46
7.1.3 Stanovení hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků červených vín.....	49
7.2 DISKUZE.....	54
ZÁVĚR	58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
SEZNAM OBRÁZKŮ	70
SEZNAM TABULEK	71

ÚVOD

Biogenní aminy jsou nízkomolekulární dusíkaté sloučeniny, které lze nalézt v různých fermentovaných potravinách, jsou důležité, jelikož představují určité toxikologické riziko pro lidské zdraví. Víno je alkoholický nápoj, který velmi často biogenní aminy obsahuje. Ty jsou produkovány zejména bakteriemi mléčného kvašení ve víně. Znalost vlastností bakterií umožňuje lepší kontrolu jablečno-mléčného kvašení při výrobě vína a použití vhodné startovací kultury pomůže zabránit tvorbě toxických aminů [1].

Biogenní aminy se mohou vyskytovat i v čerstvém ovoci a zelenině, ale většinou v potravinách pochází z procesu fermentace, mohou se tvořit při zrání a skladování. Biogenní aminy mohou mít při vyšší koncentraci nepříznivé účinky a jsou zdravotním rizikem pro citlivé jedince. Většinou se biogenní aminy nachází například v sýrech, pivu, fermentovaných klobásách a v rybách. Ve víně je na ně více poukazováno, jelikož alkohol může zvýšit jejich účinky na lidské zdraví [2].

Biogenní aminy mohou vznikat v potravinách, pokud jsou zde přítomné aminokyseliny, mikroorganismy s dekarboxylázovou aktivitou a jsou zde vhodné podmínky pro růst a množení mikroorganismů [3].

Biogenní aminy vznikají z volných aminokyselin působením enzymů dekarboxyláz, nebo mohou vzniknout z aminokyselin a karbonylových sloučenin působením enzymů transamináz. Nejběžnější syntéza biogenních aminů je mikrobiální dekarboxylace aminokyselin. [4].

Práce se zabývala stanovením biogenních aminů ve vínech z oblasti Morava. Stanovení probíhalo pomocí vysokoúčinné kapalínové chromatografie a bylo detekováno 8 vybraných biogenních aminů u 132 odebraných vzorků bílého, růžového a červeného vína. Dále byla u vzorků měřena hodnota pH, z důvodu možného propojení výskytu biogenních aminů. Vyšší obsahy biogenních aminů, zvláště histaminu a tyraminu mohou být toxické a způsobovat tak problémy pro citlivé jedince. Zde může být také problém s obsahem oxidu siřičitého (SO₂), jelikož je to alergen a může být taktéž nebezpečný při vyšších dávkách pro náchylnější skupinu spotřebitelů. Čím vyšší pH vína, tím vyšší přídavek SO₂, jelikož vína při vyšším pH jsou méně stabilní a náchylnější k oxidaci. Také čím vyšší pH, tím je možný vyšší výskyt biogenních aminů. Legislativní limity nejsou v České republice pro hladinu biogenních aminů ve víně stanoveny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERIZACE VINAŘSKÉ OBLASTI MORAVA

1.1 Historie

Dějiny vinohradnictví v českých zemích sahají do 2. Stol. a dob Římanů. První vinice v Čechách zakládala podle pověsti svatá Ludmila v okolí Mělníka. Velký rozvoj probíhal ve středověku, nejprve za vlády Karla IV. A zejména pak císaře Rudolfa II., kdy jen samotné hlavní město Praha mělo 700 ha vinic (dnes 5,8 ha) a vinařství v Čechách a na Moravě vzkvétalo. Za zlatý věk moravského vinařství bývá označována doba od 14. do 16. století, kdy vinice obklopovaly řadu měst a klášterů. Úpadek nastal po třicetileté válce (1618-1648). Industrializace, révoakaz, dvě světové války a 40 let komunismu, to vše mělo negativní dopad na další rozvoj vinařství v těchto zemích. Restituce vinic a privatizace vedly k obnově rodinných vinařství i vzniku nových firem. Velké změny přinesl vinařský zákon z roku 1995 a jeho postupné sjednocování s legislativou Evropské unie [5, 6 7].

1.2 Vinařství v České republice

Zákon č. 321/2004 o vinohradnictví a vinařství stanovuje pěstitelské oblasti na vinařskou oblast Čechy a Morava. Vyhláška č. 254/2010 Sb., kterou se stanoví seznam vinařských podoblastí, vinařských obcí a viničních tratí, vymezuje 6 podoblastí. Vinařské podoblasti ve vinařské oblasti Čechy jsou mělnická a litoměřická. V oblasti Morava jsou to mikulovská, slovácká, velkopavlovická a znojemská [8, 9, 10, 11].

Nařízení komise (ES) č. 606/2009 se stanoví pravidla k nařízení Rady (ES) č. 479/2008 pro druhy výrobků z révy vinné (*Vitis vinifera* L.), enologické postupy a omezení, která se na ně použijí [12].

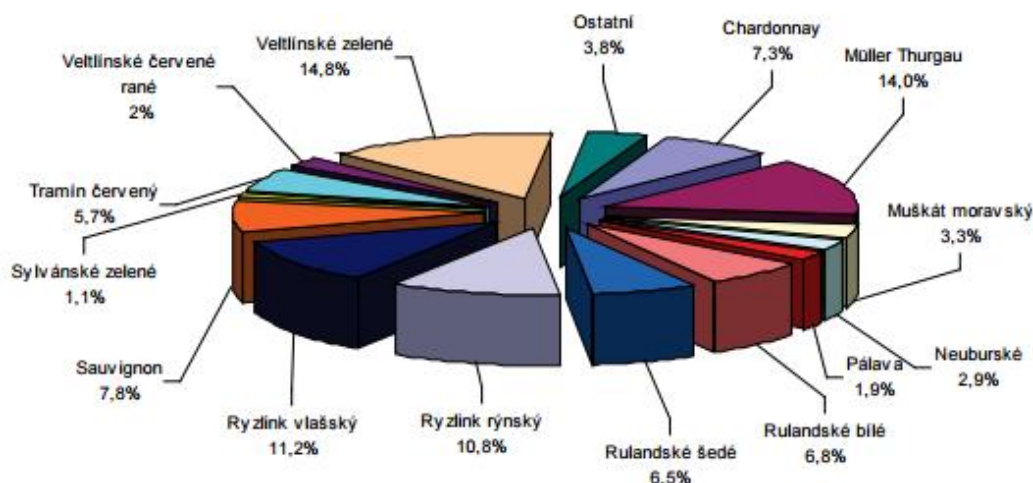
Největšími podoblastmi jsou velkopavlovická na Moravě a litoměřická v Čechách. V 384 vinařských obcích se tu pěstuje vinná réva na vinicích o rozloze více než 17 tisíc hektarů, přičemž 96 % se nachází na Moravě. Z celkové plochy vinic je 66 % osázeno bílými odrůdami [6, 13].

Zemská vína se produkují i z dalších odrůd určených pro jejich výrobu. Nejvíce se pěstuje Veltlínské zelené, Müller Thurgau, Svatovavřínecké, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský a Frankovka – každá odrůda na ploše více než 1000 ha, což dohromady představuje více než polovinu našich vinogradů. Mezi pěstované odrůdy se řadí i několik domácích novošlechtěnců, např. Muškát moravský, Pálava, z modrých odrůd André, Cabernet Mora-

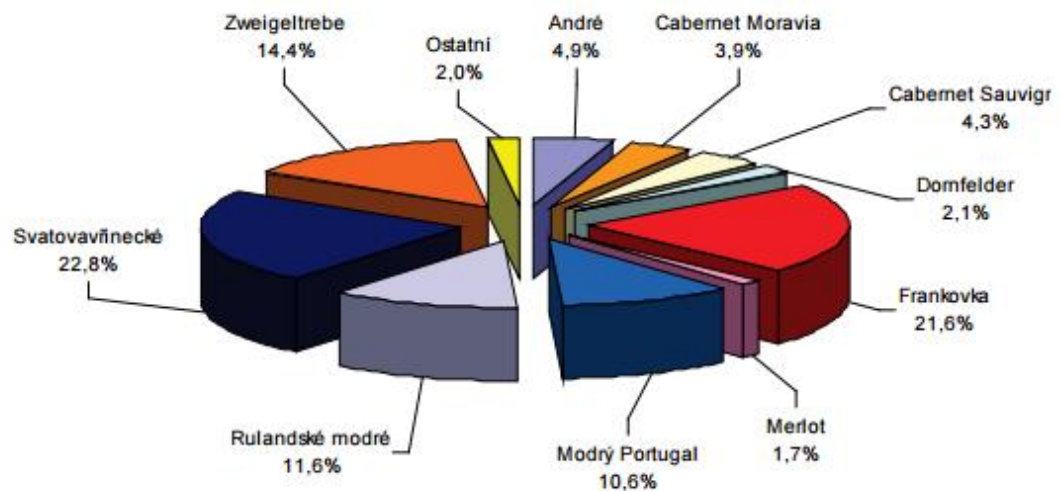
via a Neronet. V ČR působí okolo 800 registrovaných vinařství, a to od velkých firem až po malé rodinné podniky a tisíce drobných soukromých vinařů [6, 13].

1.3 Vinařská oblast Morava

Vinařskou oblast lze charakterizovat díky podobné odrůdové skladbě a osobitým vlastnostem vína, zajímavým spektrem vůní, bohatými extraktivními látkami a harmonickým spojením plné chuti se svěžími kyselinami bílých vín. Její terroir představuje velmi příznivé podmínky zejména pro produkci bílých vín. V určitých mikroregionech je soustředěno také pěstování modrých odrůd a s ním spojená výroba kvalitních červených vín. Ve vinařské oblasti Morava převládá opět vyšší produkce bílých vín, protože plocha osázená bílými moštovými odrůdami (Obr. 1) představuje 66 % z celkové plochy vinic v podoblasti, zatímco modré odrůdy (Obr. 2) se pěstují na zbylých 34 %. Vinařská oblast Morava se nachází z převážné většiny v Jihomoravském kraji, v okresech Znojmo, Břeclav, Hodonín a Uherské Hradiště, a částečně zasahuje i do Zlínského kraje. Je ohraničená státní hranicí s Rakouskem a Slovenskou republikou [5, 6].



Obr. 1: Nejvýznamnější bílé moštové odrůdy vinařské oblasti Morava [14]



Obr. 2: Nejvýznamnější modré moštové odrůdy vinařské oblasti Morava [14]

1.4 Vinařské podoblasti

Vyhláška č. 254/2010 Sb., kterou se stanoví seznam vinařských podoblastí, vinařských obcí a viničních tratí, rozděluje oblast Morava na 4 vinařské podoblasti. Jsou to mikulovská, slovácká, velkopavlovická a znojemská. Tato oblast zahrnuje 96 % registrovaných vinic v České republice. Vinařská oblast Čechy se dělí na podoblast Mělnickou a Litoměřickou. Vinice v rámci jedné podoblasti jsou podobné svou odrůdovou skladbou a charakteristickými vlastnostmi vína [5, 8, 10, 15].

Znojemskou podoblast tvoří 90 vinařských obcí a 215 viničních tratí. Plocha osázená bílými odrůdami zde představuje 70 %, modrými 30 % z celkové plochy vinic v podoblasti. Znojemská vína mají nezaměnitelnou kořenitou chuť a plnost. Díky střídání slunečných dnů a chladnějších nocí hrozny sice zrají pomaleji, ale zato si uchovávají aromatické látky a dosahují vysoké jakosti [5, 15].

Plocha mikulovské podoblasti osázená bílými moštovými odrůdami představuje 73 % z celkové plochy vinic, modré odrůdy rostou na 27 %. Půdy jsou zde vhodné pro pěstování aromatických odrůd jako Tramín červený a Pálava. Pálava, kde byla založena historicky první vinice, dává vzniknout vínům se zcela jiným charakterem než v jiných podoblastech a pro pěstování révy vinné je jedinečným místem [5, 15].

Velkopavlovickou podoblast tvoří 75 vinařských obcí a 321 viničních tratí. Tato podoblast vytváří velmi příznivé podmínky pro pěstování modrých odrůd révy vinné a výrobu červených vín typických pro tento region. Na mnoha místech se zde pěstují i kvalitní

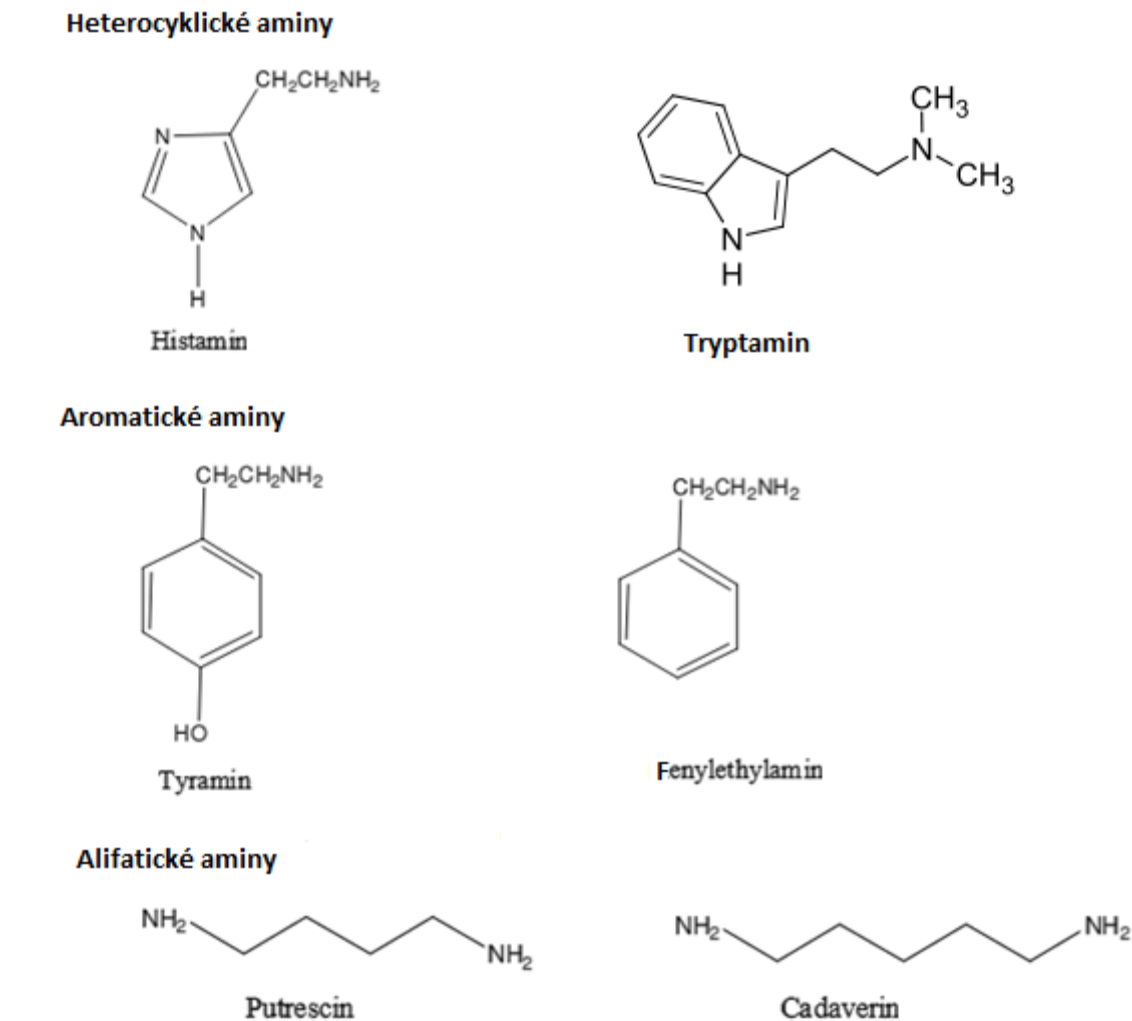
hrozny pro výrobu bílých vín. Podoblast je proto průnikem kvalitní produkce bílých i červených vín. Pouze mírně zde převládá produkce bílých vín, plocha osázená bílými odrůdami představuje 58 % z celkové plochy vinic v podoblasti. Modré odrůdy se pěstují na 42 % plochy území [5, 15].

Slováckou podoblast tvoří 117 vinařských obcí a 408 viničních tratí. Jsou zde příznivé podmínky pro produkci kvalitních bílých vín a mezoklimatické podmínky pro bílá vína nejvyšší kvality. Plocha je osázená 66 % bílými moštovými odrůdami z celkové plochy vinic a 34 % modré odrůdy [5].

2 BIOGENNÍ AMINY

Biogenní aminy (dále jen BA) jsou nízkomolekulární dusíkaté látky se značnou biologickou aktivitou, které vznikají dekarboxylací aminokyselin. Jsou skupinou alifatických, aromatických nebo heterocyklických bází odvozených od aminokyselin, které vykazují různé biologické účinky a v lidském organismu mohou vyvolat nesnášenlivé reakce. Některé BA mají významné biologické vlastnosti, neboť jsou např. tkáňovými hormony (histamin), protoalkaloidy (gramin) a stavebními látkami, které se účastní biosyntézy dalších hormonů živočichů (fenylethylamin), fytohormonů neboli auxinů, alkaloidů a dalších sekundárních metabolitů rostlin. Tvoří se dekarboxylací aminokyselin a jejich příslušná koncentrace je závislá na podmínkách vinifikace. Ve víně je více než dvacet aminů, ale jen několik z nich v koncentraci vyšší než v jednotkách mg/l. Jelikož je jejich odbourávání tlumeno alkoholem a acetaldehydem, má požívání alkoholických nápojů v této souvislosti zvláštní význam [16, 17, 18, 19].

Podle chemické struktury můžeme BA rozdělovat na alifatické (putrescin, kadaverin), aromatické (tyramin, fenylethylamin), heterocyklické (histamin a tryptamin) a polyaminy (spermidin, spermin, putrescin popřípadě i agmatin), (Obr. 3) [20].



Obr. 3: Chemická struktura biogenních aminů [21]

2.1 Charakteristika biogenních aminů

BA jsou nízkomolekulární sloučeniny odvozené z aromatických aminokyselin. Mohou se vyskytovat i v čerstvém ovoci a zelenině, ale většinou v potravinách pochází z procesu fermentace, zrání a skladování. Nejvýznamnějšími BA z nich je histamin. BA jsou toxické látky, které způsobují onemocnění u člověka. Pocházejí nejen z rostlinných materiálů, jako je ovoce a zelenina, ale mohou být vytvořeny v potravinách důsledkem mikrobiální činnosti. Některé aminy, jako putrescin a jiné polyaminy se vyskytují již na bobulích. Nedostatek draslíku v půdě znamená vyšší obsah putrescinu, kdežto nedostatek vody nemá na jeho obsah žádný vliv. Na obsah BA v hroznech a následně i ve víně má vliv i odrůda a celková výživa keře. Během macerace dochází nejenom k extrakci fenolických látek ze slupky, ale také k extrakci dalších sloučenin jako jsou proteiny, polysacharidy a také ami-

nokyseliny, prekurzory BA. Při dlouhé fermentaci se ve víně objevuje vyšší obsah histaminu, tyraminu, putrescinu a kadaverinu [22, 23].

Nejdůležitější BA vyskytující se v potravinách jsou histamin, putrescin, kadaverin, tyramin, tryptamin, fenylethylamin, spermin a spermidin. BA se mohou vyskytovat v potravinách zahrnující ryby a výrobky z nich, masné výrobky, sýry, kysaná zelenina, sójové výrobky, pivo a víno. Většinou se BA nachází ve větším množství ve fermentovaných potravinách. Mezi faktory, které ovlivňují tvorbu BA v potravinách, patří dostupné volné aminokyseliny, přítomnost mikroorganismů, které mohou za příznivých podmínek růst a dekarboxylací aminokyselin produkovat enzymy. Nejhojnějšími BA ve víně jsou putrescin a histamin. Vysoká koncentrace histaminu ve víně může být dána přítomností histidinu dekarboxylázy v bakteriích mléčného kvašení [19, 24, 25].

I když aminy jsou obvykle tvořeny během procesu rozkladu nebo znehodnocení, zahrnující tvorbu volných aminokyselin pomocí proteolýzy spolu s bakteriální produkcí a dekarboxylací aminokyselin, vyšší hladiny histaminu mohou být vytvořeny před tím, než jsou potraviny organolepticky nepřijatelné [22].

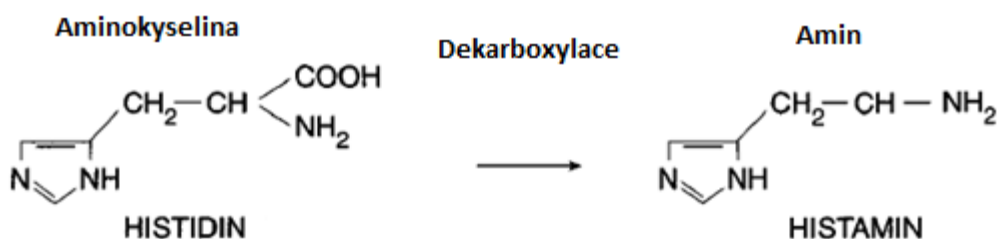
2.2 Význam biogenních aminů

Některé BA mají významné biologické vlastnosti, neboť jsou tkáňovými hormony (histamin) a stavebními látkami, které se účastní biosyntézy dalších hormonů živočichů a dalších sekundárních metabolitů rostlin. BA odvozené od bazických a aromatických (heterocyklických) aminokyselin jsou v nízkých koncentracích přirozenou složkou řady potravin. Nachází se prakticky ve všech potravinách jako běžné produkty metabolismu a ve vyšším množství ve fermentovaných výrobcích, kde vznikají mikrobiální činností. V zelenině, ovoci a houbách při nevhodném skladování produkují BA zejména endogenní dekarboxylázy [16].

2.3 Dekarboxylace aminokyselin

BA vznikají z aminokyselin působením dekarboxyláz obsahujících jako kofaktor pyridoxalfosfát, nebo z aminokyselin a karboxylových sloučenin působením transamináz. Při jejich transformaci na další biologicky aktivní produkty se uplatňují některé oxygenázy a methyltransferázy. Například z histidinu vzniká jako produkt dekarboxylace histidindekarboxylázou histamin (Obr. 4). Dekarboxylace aminokyselin se provádí odstraněním karboxylové skupiny. Enzym dekarboxyláza z karboxylové skupiny odštěpí oxid uhličitý a

vzniká bazický amin. V potravinách vznikají nejčastěji dekarboxylací přirozených aminokyselin působením bakteriálních enzymů. Většina BA je odvozena od dekarboxylace aminokyselin a enzymů, které katalyzují tyto přeměny a lze je nalézt v mnoha kmenech bakterií *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Oenococcus*. Dále to mohou být bakterie jako *Enterobacteriaceae*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Micrococcus* a *Pseudomonas*. BA se často nacházejí ve vysoké koncentraci v potravinách a jejich vedlejších produktech zejména, které byly podrobeny úmyslné nebo náhodné bakteriální kontaminaci. Bylo zjištěno, že BA nebyly významně sníženy vysokým tepelným ošetřením [16, 19, 25, 26, 27].



Obr. 4: Vznik histaminu dekarboxylací z histidinu [28]

Koncentrace aminů má tendenci klesat v průběhu fermentace díky metabolismu kvasinek. Nicméně kvasinky mohou také syntetizovat aminy, zvláště v průběhu raných fází fermentace. Ve víně je obsaženo malé množství netěkavých BA. Jsou především dekarboxylovány vedlejšími produkty metabolismu aminokyselin. Nejvíce prostudovaný je histamin. Dalšími fyziologicky aktivními BA jsou tyramin a fenylethylamin (těkavé). Nejčastěji se vyskytují ve vínech v koncentraci mg/l. Tendence vyskytovat se ve vyšších koncentracích je spíše v červených vínech, jelikož červená vína podstupují jablečno-mléčné kvašení čteněji než bílá vína (Kap. 3.1.2). Bakterie vyvolávající kažení jsou považovány za hlavní zdroj BA ve vínech. Tedy všechny postupy, které jsou určeny pro řízení mikrobiální aktivity v průběhu zrání vína, mohou napomáhat při udržování nízkého obsah aminů. Studie naznačují, že některé kmeny *Oenococcus oeni*, mohou být významným producentem histaminu. Proto vhodný výběr startérové kultury pro malolaktickou fermentaci může akumulovat obsah aminů ve víně. Také putrescin produkují kmeny rodu *Oenococcus oeni*, který vzniká degradací nejen z ornitinu, ale i z argininu. *Oenococcus oeni* je nejčastěji využívaná startérová kultura k vyvolání JMK ve víně [29, 30].

2.4 Stanovení biogenních aminů

Existují dva důvody pro stanovení BA v potravinách. Prvním, je jejich potenciální toxicita a druhým důvodem je možné využití jako ukazatele čerstvosti potravin. V současné době je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) nepoužívanější technikou. Stanovení BA ve vínech je velmi obtížné, jelikož jsou obvykle přítomné ve velmi nízkých koncentracích. BA se obvykle stanovují pomocí separačních technik jako je vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), kapilární elektroforéza či plynová chromatografie. Metoda HPLC má velkou flexibilitu, a proto je také oficiální technikou pro analýzu histaminu v potravinách. Je to preferovaná metoda s použitím buď předkolony či následné kolony a derivatizačními postupy, použitím dansylchloridu či o-ftaldialdehydu. Nejběžnější činidlo používané při derivatizaci aminů je dansylchlorid, který poskytuje vysokou fluorescenci a zlepšuje chromatografické vlastnosti a snadno izoluje extrakci rozpouštědlem [31, 32, 33].

2.4.1 Toxicita biogenních aminů

BA mohou mít při vyšší koncentraci nepříznivé účinky a jsou zdravotním rizikem pro citlivé jedince. Toxicita BA závisí na mnoha podmínkách, ale především na individuálních rozdílech mezi lidmi a na toleranci jednotlivce pro danou sloučeninu. Také na celkové koncentraci BA a konzumaci alkoholu anebo drog. Alkohol, acetaldehyd a antidepresivní drogy vzájemně spolupůsobí. Nejvíce toxické jsou tyramin a histamin. Obecně je za toxickou dávku v alkoholu považováno 8 až 20 mg/l histaminu, 25 až 40 mg/l tyraminu a 3 mg/l fenyletylaminu [19, 23, 25, 31, 34].

Ve víně je na ně více poukazováno, protože alkohol může zvýšit jejich účinky na lidské zdraví inhibicí detoxikačních enzymů. Nejvýznamější reakce způsobuje histamin. Mohou to být vyrážky, otoky, bolesti hlavy, nízký tlak, zvracení, průjem, bušení srdce a srdeční problémy. Jiné aminy, jako tyramin a fenylamin, mohou způsobit migrény, zvýšený krevní tlak a krvácení do mozku. Běžně je však nízká koncentrace přijatých BA tělem rychle detoxikována [19, 23, 25, 34].

Vysoké hladiny histaminu jsou akutně toxické. Pokusně se zjistilo, že jednorázový orální příjem 75 mg histaminu, což je množství, které obsahuje strava složená z potravin bohatých na histamin, vyvolal akutní průjem u 50 % zdravých jedinců. Citliví jedinci však mohou reagovat na podstatně nižší dávky biogenních aminů. Víno může vyvolat u

populace řadu symptomů podobných alergii, např. zrudnutí, svědění, bolest hlavy, zánět nosní sliznice, nadýmání, průjem, kopřivku a astma. Zdá se, že existují různé mechanismy těchto nežádoucích reakcí na víno. Může jít o přecitlivělost na siřičitany přidávané do vín, nebo o skutečné alergické reakce na bílkoviny přenášející lipidy nebo jiné alergeny v hroznovém vínu, které se zachovávají v malých množstvích ve fermentovaném výrobku. Biogenní aminy se považují za nejvýznamnější příčinu intolerance vína. V červených vínech je obvykle vyšší koncentrace aminů než ve vínech bílých. Z alkoholických nápojů červená vína nejčastěji vyvolávají nežádoucí reakce [35].

Toxický účinek BA je silně ovlivněn psychoaktivními a vazoaktivními vlastnostmi, který může být u jednotlivých jedinců různý a závislý na řadě faktorů. Zvýšené množství histaminu může také vyvolat anafylaktický šok. Hypertenze může nastat po konzumaci potravin bohatých na tyramin, jako zrající sýr, víno, pivo a kvašená zelenina [16, 25, 36, 37].

2.4.2 Legislativní limity

Dle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 298/1997 byl stanoven legislativní limit pro nejvyšší přípustný obsah biogenních aminů v rybách pro histamin 200 mg/kg, v pivu a vínu přípustný limit 20 mg/kg. Pro tyramin bylo stanoveno přípustné množství 50 mg/kg u červených vín a nejvyšší přípustné množství 200 mg/kg v sýrech. Nyní je platný legislativní limit jen pro histamin v rybách a výrobcích z ryb, daný Nařízením komise (ES) č. 2073/2005, který stanovuje hygienický limit obsahu histaminu 100 mg/kg. V jedné šarži při odběru mohou být limity překročeny u dvou vzorků z devíti až na 200 mg/kg. [38, 39, 40]

3 TECHNOLOGIE VÝROBY VÍNA

První fáze výroby jakýchkoli druhů vín je vinobraní. Tato činnost ve veliké míře ovlivňuje kvalitu pozdějšího produktu. Termín sběru hroznů vinné révy se určuje dle stupně „technologické zralosti“. Je to poměr mezi kyselinou a obsahem cukru v hroznu. Měl by být harmonický. Dozríváním a ponecháním hroznů na keřích přes obvyklý čas sběru stoupá obsah cukru a klesá množství kyseliny. Toho se využívá při přípravě některých speciálních druhů vín. Kvalita vzniká ve vinici [23, 41].

V našich klimatických podmínkách je vinobraní prováděno od konce srpna pro rané odrůdy, v září a říjnu pro pozdní odrůdy. Termín vinobraní je každoročně posuzován dle vlivů počasí. Nepříznivě na vinobraní působí deštivé počasí a příchod brzkých mrazíků. Vinná réva končí svůj vegetační cyklus opadáním listů. Dále také vyzrállost hroznů, zdravotní stav a požadovaný typ vína. Vinné hrozny jsou obírány a měly by být i přebírány. Nahnilé hrozny do zdravé úrody nepatří. Sklizeň se provádí ručně, ale většinou mechanizovaně. Vinobraní musí navazovat na činnost zpracovatelskou. Posbírané hrozny vinné révy se nesmí dlouho skladovat, zvláště nepříznivě působí teplo a vysoká vrstva hroznů. Tak by mohla být úroda poškozena a znehodnocena a mohlo by dojít k zapaření sklizených hroznů [23, 41].

Třídění hroznů probíhá při ručním sklizení již na vinici. Jedná se o oddělení třapin, listů či poškozených, nahnilých a nedostatečně zralých bobulí hroznů. Rmutem se rozumí rozdrcené a odzrněné hrozny vinné révy. Odzrnění značí oddělení rozmačkaných bobulí od třapin. Třapina tvoří kostru hroznů vinné révy a je rozvětvena a na jejích koncích visí jednotlivé bobule hroznů [23, 41].

Rmut se při přípravě bílých vín hned lisuje a tím se získává šťáva – mošt. Zde dochází k zásadnímu rozdílu mezi výrobou bílých a červených vín. Bílá vína se připravují bez nakvašování rmutu. Pouze u bílých vín aromatických odrůd se může rmut nechat nakvasit, tím se získává charakteristický buket. Rmut bílých vín se nenechává nakvasit, protože kvašením rmutu získáváme barvu vína. Této metody je použito při výrobě růžových a červených vín. Barva moštu je, s výjimkou barvířských odrůd, ze všech hroznů vždy bílá. V předpisech EU (nařízení Komise č. 606/2009) platí stejná enologická pravidla pro bílé a růžové víno. Růžové víno může podle předpisů EU vznikat výhradně z modrých hroznů. Výroba růžového vína může probíhat metodou okamžitého lisování, stočení po krátké maceraci a lisováním po maceraci slupek. [23].

Podstata lisování spočívá v tom, že se pracuje pomalu a především s nízkým tlakem. Tlak se zvyšuje teprve na závěr lisování. Mošt se získává s využitím tlaku. Použitím nízkého tlaku (do 190 kPa/1,9 atm) probíhá velmi šetrné lisování a mošt obsahuje jen velmi nízký podíl kalů a tříslovin. Také se musí dbát na to, aby lisování bylo dostatečně dlouhé, aby se mohly rozpustit v moštu vonné složky hroznů. Pouze ve výjimečných případech (červený rmut, rozinky) lze od užití tlaku upustit. Při lisování nerozdrcených hroznů se lis plní neodstopkovanými a nerozdrcenými hrozny. První frakce by měly být smíšeny s ostatními, jinak by mohlo vzniknout ploché víno. Tyto vína obsahují primární ovocné chutě s nižším extraktem (0,5 – 1,0 g/l). U bílých odrůd se ve vinařství používá technologie lisování celých hroznů. Tímto způsobem se získají svěží, aromatická vína s jemnou kyselinkou [23, 41, 42].

3.1 Kvašení moštu

Průběh kvasného procesu ovlivňuje teplota, kdy optimum pro kvašení a množení kvasinek je kolem 25°C. Dále cukernatost moštu, kdy mošty o nízké koncentraci kvasí bez problémů (pod 11 % obj.), obsah alkoholu, kde silně kvasící kvasinky rodu *Sacharomyces* jsou značně tolerantní vůči alkoholu. Ještě při 12 až 13 % obj. alkoholu se mohou množit a jejich možnosti prokvašení končí při 15 až 16 % obj. etanolu. Závěrečné dokvašení provádějí kvasinky *Sacharomyces bayanus*, které mají vyšší rezistenci vůči alkoholu než většina kmenů *Sacharomyces cerevisiae*. Aplikace kyseliny siřičité ztěžuje množení kvasinek, jsou tím potlačovány především divoké kvasinky a bakterie a lze tím ovlivnit počáteční kvašení [41].

3.1.1 Alkoholové kvašení

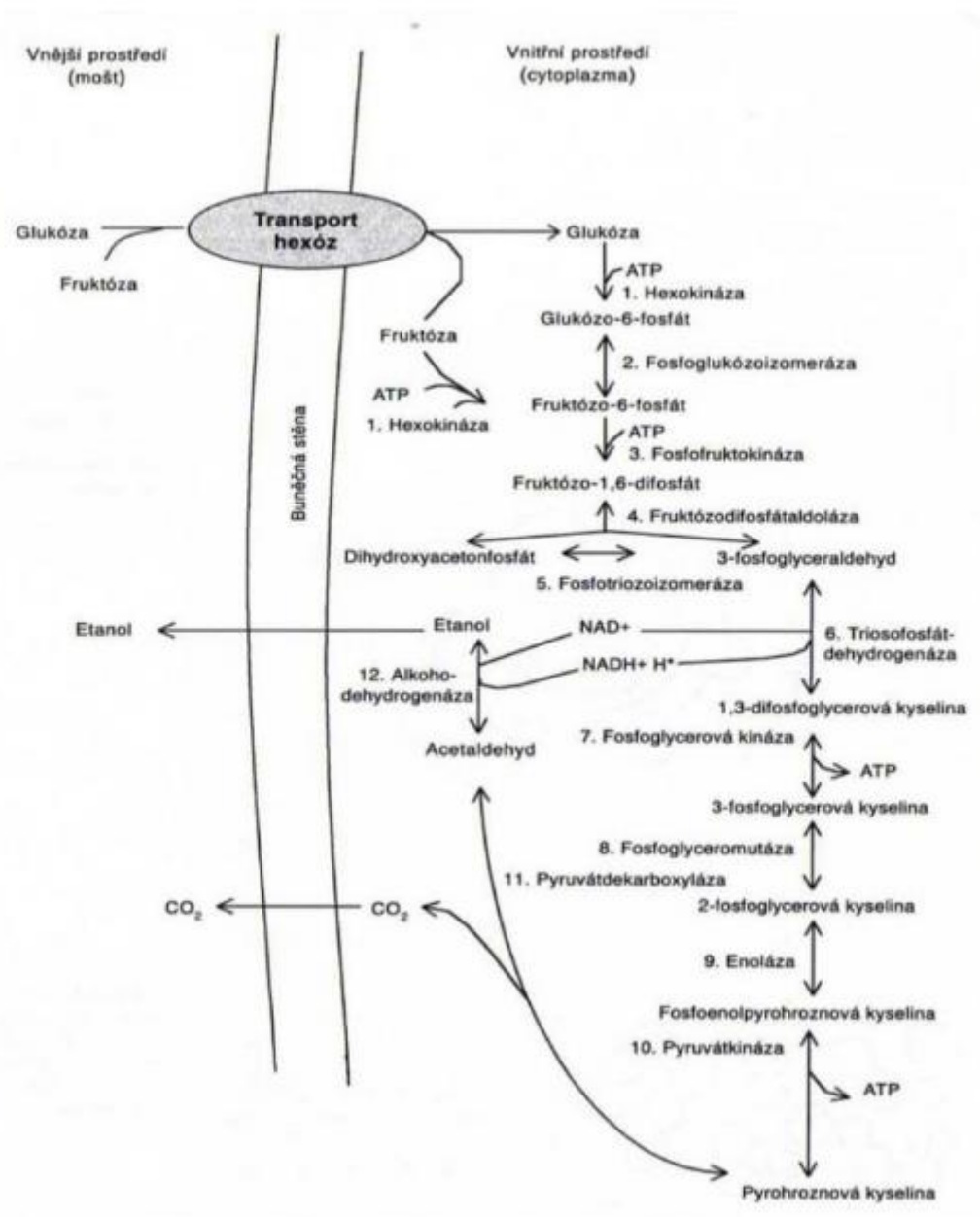
Alkoholové kvašení je anaerobní reakce cukrů, převážně glukosy a fruktosy na etanol a oxid uhličitý. Tento proces je prováděn hlavně pomocí kvasinek rodu *Sacharomyces cerevisiae* a také některých bakterií jako *Zymomonas mobilis*. Alkoholové kvašení je mnohem složitější proces (Obr. 5). Ve stejnou dobu vstupují další biochemické, chemické a fyzikálně chemické procesy. Kromě etanolu vystupují z reakce několik dalších sloučenin jako vyšší alkoholy, estery, glycerol, kyselina jantarová, diacetyl, acetoin a 2, 3-butandiol. Současně některé sloučeniny v hroznové šťávě jsou také převáděny metabolismem kvasinek. Na začátku vinařského procesu mohou být přítomny některé druhy kvasinek v hroznové šťávě. Biodiverzita závisí na několika faktorech, jako jsou odrůda, stádium

zrání při sklizni, klimatické podmínky, vývoj hniloby šedé a na vinařském ošetření. Nicméně jiné faktory jsou také důležité, jako veškerý kontakt s hroznem a moštem během sklizně, transportu a zejména operace ve vinařství, mohou významně ovlivnit konečnou distribuci kvasinek na začátku alkoholového kvašení [22, 41].

Alkoholická fermentace je řízena mikroorganismy:

- a) Lag fáze, kde se kvasinky přizpůsobí podmínkám v moštu (vysoká koncentrace cukru, nízké pH, teplota moštu a SO_2 , pokud je přítomen).
- b) Exponenciální růstová fáze, kde kvasinky rostou exponenciálně, je zde nejvyšší hustota. Samozřejmě koncentrace cukru v této fázi poklesne.
- c) Stacionární fáze, kde hustota kvasinek je na maximální hodnotě a růst je prakticky zastaven. Míra fermentace se zpomalí.
- d) Fáze odumírání, kde jsou vzácné živiny, obsah vedlejších toxických produktů je vysoký, životaschopné buňky kvasinek klesají a dochází k usazování kvasinek [43].

Etanol je produkován při fermentaci cukrů (hlavně glukóza a fruktóza) a způsobuje kvalitativní i kvantitativní změny v chemickém složení. Hlavní kvantitativní změny mají největší vliv na fermentované cukry. Další etanol, který prakticky neexistuje v moštu, je nejhojnější složkou po vodě ve víně. Glycerol je třetí nejhojnější složkou. Velice důležité jsou změny koncentrací hlavních skupin sloučenin v průběhu transformace moštu do vína, jelikož to úzce souvisí s vlastnostmi produktu [26].



Obr. 5: Průběh glykolýzy v buňce [41]

Spontánní kvašení

Na spontánním alkoholovém kvašení se podílí různé druhy divokých kvasinek a jejich výskyt závisí na různých podmínkách, a to obsahu SO₂, teplotě, výchozím počtu zárodků, reziduích přípravků na ochranu rostlin a také na odrůdě vína. Obvykle v časném alkoholovém kvašení jsou to *Kloeckera*, *Hanseniaspora* a *Candida*, později převládají *Pichia* a *Metschnikowia* ve střední fázi a v pozdějších fázích fermentace *Saccharomyces cerevisiae*, jelikož má větší odolnost vůči etanolu. Spontánní kvašení je dáno vyšším obsahem glycerolů a vyšších alkoholů, více těkavými kyselinami a vyšší potřebou SO₂ a zů-

statkem zbytkového cukru, kdy se kvašení samovolně zastaví. Divoké kvasinky často zakvášejí rychleji, vytvářejí hodně glycerolu, ale hůře snášejí alkohol, odumírají při 4 % obj [22, 41].

Řízené kvašení

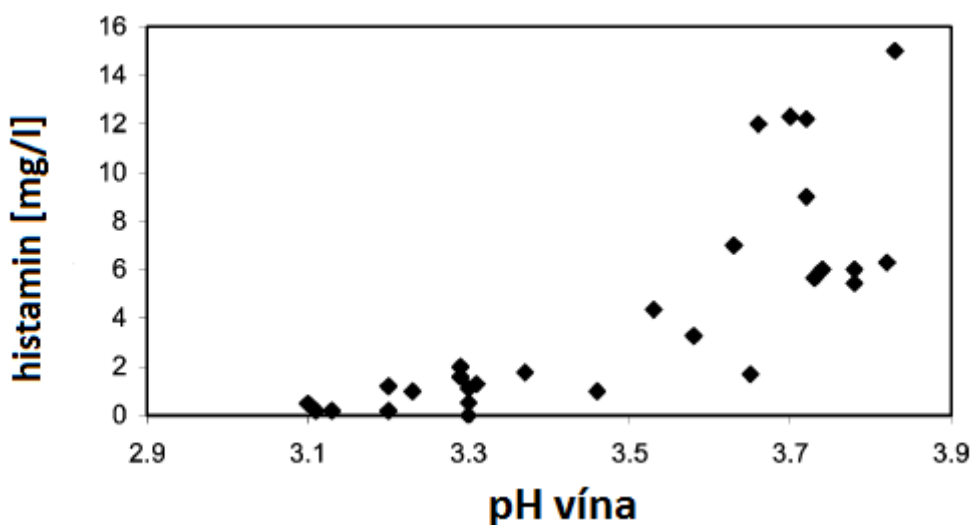
Kvašení se provádí přidavkem čistých kultur kvasinek, kdy je od počátku dosaženo dostatečné množství buněk a zabrání se tím vzniku kvašení nežádoucím směrem. Pro řízené kvašení jsou důležité dostatečný počet kvasinek a dobře kvasící buňky a především nej důležitější je teplota kvašení a zvláště teplota při zahajování kvašení, která by se měla pohybovat kolem 18°C [41].

3.1.2 Jablečno-mléčné kvašení

Jablečno-mléčné kvašení (také malolaktická fermentace) ve víně je sekundární fermentace, která se obvykle objevuje na konci alkoholového kvašení, ale někdy může nastat i dříve, tudíž mohou probíhat i souběžně. Je to biologický proces vinného odkyselování, ve kterém je dikarboxylová kyselina L-jablečná (malát), převedena na monokarboxylovou kyselinu L-mléčnou (laktát) a oxid uhličitý. Tento proces se obvykle provádí pomocí bakterií mléčného kvašení izolovaných z vína jako *Oenococcus oeni*, *Lactobacillus* spp. a *Pediococcus* spp.[44].

Obecně červená vína mají vyšší obsah BA než vína bílá, v důsledku delší doby trvání malolaktické fermentace a díky metabolismu mléčných bakterií. Kvasinky jsou schopny rovněž tvořit BA, ale v menším množství než bakterie. *Oenococcus oeni* je součástí přirozené mikroflóry hroznů. Jejich růst nastává startem alkoholové fermentace, avšak může být omezen rozmnožováním kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. Alkoholovou fermentaci přežívá jen jedna menší populace přizpůsobená podmínkám prostředí. V mnoha případech je zbytková populace nedostatečná pro odstartování jablečno-mléčného kvašení. U červených vín je JMK žádoucí, u bílých vín je všeobecně méně prováděno. Jeho použití závisí na odrůdě a vinařském regionu [23].

Histidin je prekurzorem histaminu. Ten se objeví během alkoholového kvašení a zvyšuje se během JMK (Obr. 6), kdy četné bakterie mají enzymatickou aktivitu potřebnou k jejich produkci. Hladina BA je minimalizována ve víně přidáním bentonitu, který je negativně nabitý, a proto váže kladně nabitě molekuly aminů [26].



Obr. 6: Produkce histaminu v závislosti na stoupajícím pH po jablečno-mléčném kvašení [45]

3.1.3 Bakterie mléčného kvašení

Tato skupina bakterií mléčného kvašení (dále BMK) zahrnuje grampozitivní, nesporulující, tyčinkovitého či kokovitého tvaru. Jsou producenty kyseliny mléčné. BMK jsou mikroaerofilní, kataláza i oxidáza negativní s hodnotu pH pod 4 během stacionární růstové fáze. Fermentace cukrů LAB obvykle dochází prostřednictvím Embden Meyerhof Parnas dráhy s konečným produktem kyseliny mléčné se označují jako homofermentativní, zatímco organismy, které transformují cukry pomocí Dickens-Horecker a Entner Doudoroff metabolické dráhy za vzniku dalších produktů, kromě kyseliny mléčné, jsou klasifikovány jako heterofermentativní [46].

Vedle pozitivních aspektů BMK je ovšem schopnost tvořit nadbytečné metabolity ve víně. Jen málo druhů BMK může růst v tak selektivních mediích, jako je mošt a víno. Bakterie rodu *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Oenococcus* jsou hlavními kmeny podílející se na výrobě BA. *Oenococcus oeni* je hlavním druhem, který je přítomný ve víně a je nejlépe přizpůsoben k JMK při nízkém pH vína [47].

Na hromadění putrescinu mají podíl některé kmeny *Oenococcus oeni*. Ten je nejčastějším bakteriálním druhem používaným jako startovací kultura k vyvolání jablečno-mléčného kvašení ve víně. Putrescin vzniká dekarboxylací volného ornitinu. Hladiny ornitinu jsou ve víně obvykle nízké. Vysoké koncentrace putrescinu vyplývají ze schopnosti *Oenococcus oeni* vyrobit ornitin degradací argininu. Při vhodném pH a teplotě se dosáhne

plynulého odbourávání kyselin. Bakterie *Oenococcus oeni* se běžně přidávají během dokvašení, aby se využila teplota vzniklá při kvašení, nebo do dosucha prokvašeného vína. Komerční kmeny bakterií JMK *Oenococcus oeni* jsou vybírány podle jejich enologických parametrů a tvorby BA (především histaminu, tyraminu a putrescinu), které většinou nevytváří. Naopak při spontánním JMK, BA vznikají téměř vždy. Množství BA ve víně zvyšuje i přítomnost plísně *Botrytis cinerea*. Bakterie *Oenococcus oeni* jsou acidofilní a mohou růst ve víně při pH 3,5 – 3,8, ale dávají přednost růstu při pH 4,8. Mohou růst také v přítomnosti 10 % etanolu, ale vyžadují speciální růstové faktory [23, 30, 41, 48].

JMK bakterií *Pediococcus cerevisiae*, který odolává přítomnosti oxidu siřičitého vyšší než *Oenococcus oeni*, může být považována za hlavní příčinu tvorby histaminu ve víně. Bakterie *Lactobacillus plantarum* se přidává před kvašením, protože špatně snáší alkohol. Předností použití je absence nežádoucích tónů po odbourávání kyselin. Nedostatkem je, že kyselina jablečná není zpravidla zcela odbourána, protože vznikající alkohol při zahájení kvašení činnost bakterií zastaví. Pokud neproběhne úplné odbourání kyseliny jablečné, může dojít k mikrobiologické nestabilitě. Bakterie mléčného kvašení izolované z vína, by měly přispět k prevenci vzniku histaminu při výrobě a skladování [28, 41, 49].

3.1.4 Hodnota pH

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující růst BMK je hodnota pH. Má také vliv na zahájení a trvání JMK, ovlivňuje také druhy bakterií, které se mohou vyvinout ve víně a tím se určuje i druh vzniklých vedlejších produktů v důsledku bakteriální aktivity. V rozmezí pH od 3,0 do 4,0 se potřebná doba pro dokončení JMK snižuje se zvyšujícím se pH. Vína jsou velice citlivé na kontaminaci BA při vysokém pH vína a přirozené mikroflóře a tím i pravděpodobně přirozeně přítomných bakterií. Ale i při klasické hodnotě pH (3,3 – 3,8) jsou rizika kontaminace BA významné při spontánním kvašení a to zejména v případě vysoké koncentrace etanolu [47, 50].

3.2 Konečné úpravy

Zránění vína má za cíl zbavit víno reziduí fermentace, které se staly zbytečnými a jsou tvořené kvasničnými kaly a kaly vůbec: kvasinky, bakterie, úlomky hroznů, dále eliminovat nadbytečný oxid uhličitý, jehož koncentrace se pohybuje okolo 1,2 - 1,5 g/l až na 0,3 – 0,8 g/l, trvalým způsobem vyčistit víno a tak ho stabilizovat, zachovat aromatické znaky svěžesti odrůdy hroznů a fermentace a připravit na tvorbu buketu a napomáhat vzni-

ku harmonie chutí a vůní. Tyto jednotlivé cíle se musí navzájem doplňovat a závisí na faktorech jako na rozvoji kvasinek a bakterií, přísunu a spotřebě kyslíku [23].

Ve vinařství má použití oxidu siřičitého značný význam, protože tento oxid působí ve víně jako stabilizační a konzervační prostředek. V běžném množství je ve víně zdravotně nezávadný. Pouze ve velmi vysokých koncentracích se může stát zdravotně závadnou a způsobovat například bolesti hlavy. Zdrojem BA může být i autolýza kvasinek. Zasiření vína ihned po ukončení JMK umožňuje předcházet vzniku BA, zvláště pokud je přidán lysozym. Ke snížení jejich obsahu ve víně dochází i filtrací a čiřením bentonitem či polyvinylpyrolidonem. Vliv na obsah aminů má i materiál nádoby, ve které probíhá JMK. Jejich vyšší obsah vzniká v nerezových nádobách než dubových sudech. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 stanovuje oxid siřičitý jako látku vyvolávající alergie či nesnášenlivost v koncentracích vyšších než 10 mg/kg nebo 10 mg/l, vyjádřeno jako celkový SO₂. Dle Nařízení Komise (ES) č. 606/2009 se stanovují mezní hodnoty pro obsah oxidu siřičitého ve víně. Celkový obsah oxidu siřičitého ve víně nesmí překročit hodnotu 150 mg/l u červeného vína a 200 mg/l u bílého a růžového vína [23, 42, 51].

Po prvním stočení probíhá úprava kyselin a to zvýšením či snížením obsahu kyselin. Minimální obsah titrovatelných kyselin je u vína bez chráněného označení původu 3,5 g/l, u ostatních vín 4,0 g/l a obsah kyseliny vinné v hotovém víně musí činit alespoň 0,4 g/l. V procesu školení vína se provádějí závěrečné operace jako čiření, odstranění bílkovinných zákalů, filtrace a lahvování [41, 42].

4 OBSAH BIOGENNÍCH AMINŮ VE VÍNECH

Byla provedena rakouská studie, v rámci které zjišťovali obsah histaminu a jiných BA ve stovce vysoce kvalitních červených vín. Vzhledem k tomu, že špatné hygienické podmínky během výroby vína vedou k vysokým koncentracím aminů, byla zvolena kvalitní vína, aby se tento vliv eliminoval. Histamin a jiné biogenní aminy (isoamylamin, tryptamin, fenyletylamin, putrescin, kadaverin, tyramin, spermidin, spermin) se stanovovaly metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Vína byla vyrobena ze sedmi různých odrůd hroznového vína: Zweigelt, Blaufränkisch, Merlot, St. Laurent, Pinot noir, Shiraz, Cabernet-Sauvignon. Výsledky ukázaly, že obsah histaminu a jiných biogenních aminů se u červených vín značně liší bez ohledu na odrůdu vína a že jejich vysoký obsah se vyskytuje i u vysoce kvalitních vín. Pokud by byl v EU zaveden legislativní limit pro obsah histaminu ve víně ve výši 10 mg/l (dříve byl tento limit zaveden v některých zemích), pak by 34 % analyzovaných vín muselo být staženo z trhu. [53, 54].

Podle Pramateftaki et al. (2006), kde se srovnával obsah BA (jako histamin, methyletylamin, ethylamin, tyramin, fenyletylamin a putrescin), před a po spontánním jablečno-mléčném kvašení, byl nejvýraznější obsah putrescinu na začátku a po dokončení jablečno-mléčného kvašení. Počáteční koncentrace putrescinu byla v rozmezí 0,95 - 8,87 mg/l a konečný nárůst byl až 4x vyšší. Putrescin není pro člověka v těchto koncentracích toxický, ale může způsobovat výrazný pokles sensorické kvality červeného vína. Dle Arena et al. (2001) byl detekován nejvyšší obsah tyraminu ve víně po JMK [55, 56].

Podle Nannelli et al. (2008), kde byl zkoumán výskyt BA ve francouzských vínech během jablečno-mléčného kvašení, byl zaznamenán nejvyšší výskyt histaminu a dále putrescinu, kde byl až o 4x vyšší nárůst. Konečné výsledky zde činily 4,8 mg/l histaminu i putrescinu [57].

Macrobal et al. (2005) při výzkumu zabývajícím se obsahem BA v červených španělských vínech zjistili nejvyšší procento výskytu histaminu, putrescinu a tyraminu, a to v 75 %, 71 % a 56 % vín v daném pořadí. Všechna vína podstoupila jablečno-mléčné kvašení. Pátralo se zde také po možném vztahu mezi hodnotami pH a koncentrací BA ve vínech. Hodnoty pH se pohybovaly v rozmezí od 3,25 do 4,09. Dle Lonvaud-Funel et al. (2001) hodnota pH může mít vliv na růst bakterií mléčného kvašení a jejich metabolickou aktivitu. Hodnota pH může mít významný vliv na obsah BA ve víně, především histaminu,

tyraminu a putrescinu. Nejvyšší zaznamenané průměrné množství BA bylo 43,82 mg/l [58, 59].

Ve španělských červených vínech dle Macrobal et al. (2005) byly zaznamenány nejvyšší koncentrace BA, putrescinu, histaminu, tyraminu a fenylethylaminu v sestupném pořadí. Tyramin, putrescin a histamin byly detekovány u 67 a 44 % vzorků vín. Aminokyseliny, které jsou prekurzory pro histamin (histidin), tyramin (tyrosin) a putrescin (arginin a ornitin) dle Soufleros et al (1998), byly také detekovány v mošttech a vínech. Arginin byl analyzován v nejvyšším průměrném množství 119 mg/l. Hodnoty pH byly v rozmezí od 3,37 do 3,99 [60, 61].

Ze studie Landete et al (2005), kde byl zkoumán obsah BA ve vínech ze tří španělských regionů, byl zjištěn nejvyšší výskyt putrescinu až 47 mg/l, dále histaminu a tyraminu. Dle Adams et al. (1991) vyšší výskyt putrescinu zde může být způsoben chemickým složením půdy, zejména vyšším obsahem draslíku a aminokyselinami. Výsledky ukazují významné rozdíly v koncentracích putrescinu a histaminu v závislosti na regionu, odrůdě hroznů a druhů vín [45, 62].

Ve studii zabývanou se portugalskými víny Mafra et al. (1999) výsledky ukázaly nízké koncentrace BA. V těchto vínech nebyl prokázán žádný toxikologický účinek histaminu, tyraminu a fenylethylaminu, jelikož jejich koncentrace zde byla nižší než 5 mg/l. Tryptamin zde nebyl detekován [63].

Dle studie Herbert et al. (2005), kde bylo sledováno množství BA v hotových bílých a červených vínech z oblasti Alentejo, byl zjištěn vyšší obsah tyraminu a putrescinu v červených vínech, které byly podrobeny JMF, které může být důvodem vyššího výskytu BA ve vínech. Bylo zjištěno, že odrůda, oblast výroby a ročník může ovlivnit obsah BA ve vínech, ale působením alkoholového kvašení či JMF může být obsah BA ve vínech vyšší [64].

Ve stovce řeckých vín bylo stanovováno 10 BA pomocí HPLC. Nejvíce převládajícími BA byly putrescin a histamin. Histamin byl detekován u více než 50 % vzorků. Přítomnost vysokých množství aminů značí, že tvorba BA souvisí se sekundární fermentací, jako jsou například JMF. Byla také zjištěna spojitost mezi stářím vína a obsahem BA [65].

Z disertační práce Veverka (2012) při zjišťování obsahu BA v hroznech révy vinné a ve víně z ročníků 1998 a 1999 byly zjištěny obsahy tyraminu a putrescinu ve všech vzor-

cích a byl zjištěn nejvyšší obsah putrescinu u jednoho ze vzorků, může to být dáno JMF. Vína po alkoholovém kvašení vykazovala jen nízké koncentrace BA [66].

Dle Buňka et al. (2012) byly zjišťovány obsahy šesti BA v 10 vybraných odrůdách vína. Bílé odrůdy obsahovaly nižší obsahy BA ve srovnání s modrými odrůdami. Ve vzorcích byly nejvyšší obsahy histaminu, tyraminu a zvláště putrescinu. U většiny odrůd obsahy BA přesahovaly 100 mg/l, což může být riziko pro zdraví spotřebitelů [67].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce v teoretické části bylo

- charakterizovat vinařskou oblast Morava a definovat biogenní aminy, jejich vznik a význam,
- popsat výrobu červených a bílých vín s důrazem na fáze, ve kterých dochází ke vzniku biogenních aminů a provést rešerši, pro vyhodnocení typických obsahů biogenních aminů ve vínech ve světě.

Cíle praktické části sestávaly z odběru vzorků červených a bílých vín, které byly vyrobeny z hroznů vypěstovaných na území vinařské oblasti Morava. Dále bylo cílem analyzovat vzorky na obsah biogenních aminů a hodnoty pH a vyhodnotit výsledky a vyvodit závěry.

6 MATERIÁL A METODIKA

Experiment se zabýval vyhodnocením 132 odebraných vzorků bílých, růžových a červených vín na obsah BA a pH vína. Pro dokončení experimentu bylo nutné provést po odebrání vzorků derivatizaci dansylchloridem, dále stanovení BA a polyaminů pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) s UV detekcí.

6.1 Charakteristika vzorků

Odběr vzorků bílých, růžových a červených vín, které byly vyrobeny na území vinařské oblasti Morava, probíhal od října roku 2015 do února roku 2016. Bylo odebráno celkově 132 vzorků, a to 80 vzorků bílých, 17 růžových a 35 vzorků červených vín v rozmezí ročníků 2009 až 2015 od malých a středních firem, případně z domácí výroby. Zastoupení získaných vzorků vín není stejnoměrné, a to z důvodu výsadby révy vinné v oblasti Morava, kdy bílé odrůdy převahují nad modrými. Při každém odběru bylo odebráno cca 20 – 50 ml vína. Byly odebrány 2 vzorky vína z mikulovské, 7 vzorků ze znojemské, 12 vzorků ze slovácké a 111 vzorků z velkopavlovické podoblasti, která zde dominuje. Odebráno bylo celkem 25 odrůd bílých, 9 odrůd růžových a 13 odrůd červených vín.

6.2 Stanovení obsahu BA ve vzorcích

Bylo vyhodnocováno osm BA ve vzorcích vína, a to kadaverin (CAD), histamin (HIS), fenylethylamin (PEA), putrescin (PUT), tryptamin (TRM), tyramin (TYR), spermidin (SPD) a spermin (SPN). Vzorky byly derivatizovány a následně stanoveny pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie s UV detekcí při $\lambda = 254$ nm [25].

Z každého odebraného vzorku v centrifugační zkumavce o objemu 50 ml bylo odpipetováno vždy 5 ml vzorku do kádiny a zředěno 1:1 kyselinou chloristou o koncentraci 1,2 mol/l. Dále se do předem připravených a popsaných derivatizačních vialek o objemu 10 ml odpipetovalo 100 μ l vnitřního standardu (1,7-heptandiamin), 1 ml zředěného vzorku, 1,5 ml karbonátového pufru o pH 11,1 – 11,2 a nakonec byl přidán čerstvě připravený dansylchlorid o koncentraci 5 g/l, který byl zředěn acetonem. Následně probíhalo třepání těchto směsí po dobu 24 hodin v temnu. Po třepání se do derivatizačních vialek přidalo 200 μ l prolinu a následovalo třepání po dobu 1 hodiny. Dále bylo do směsí napipetováno 3 ml heptanu a následovalo ruční třepání 3 minuty. Po intenzivním protřepání se z vrchní vrstvy směsi odebral do vialky o objemu 1,5 ml 1 ml vzorku, který obsahoval deriváty BA. Ná-

sledovalo odpaření heptanu při 60°C inertním plynem (dusíkem). Následně se odparek zředil 1,5 ml acetonitrilem. Takto předpřipravené vzorky byly nachystány pro stanovení BA na HPLC. Vzorky byly následně nanесeny na kolonu (Agilent Zorbax Eclipse C18 s parametry 50 x 3,0 mm, 1,8 μm). Separace byla provedena gradientovou elucí a UV detekce dansylderivátu byla provedena při vlnové délce 254 nm UV/VIS-DAD detektorem. Každý vzorek byl derivatizován pětkrát.

Stanovení hodnoty pH

Měření pH vína se provádělo pomocí pH-metru s kombinovanou skleněnou elektrodou při laboratorní teplotě 25°C. Měření probíhalo u každého odebraného vzorku vína celkem třikrát, z nichž se dále vypočítala průměrná hodnota pH.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Výsledky stanovení pH a biogenních aminů

7.1.1 Hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků bílých vín

V tab. 1 – 8 jsou zaznamenané hodnoty pH a obsahy BA (mg/l) u 80-ti vzorků bílých vín z roku 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 a 2015 odebraných z oblasti Morava. Hodnota pH byla detekována ve vzorcích bílého vína v rozmezí od 2,08 do 3,94 (Tab. 1 - 4). Nejvyšší hodnota pH (3,94) byla stanovena u odrůdy Müller Thurgau z mikulovské podoblasti, ročník 2015 (Tab. 2). Tato hodnota pH není obvyklá u této odrůdy (Kap. 7.2). Nejnižší hodnota pH byla naměřena u vzorků Neuburg (velkopavlovická podoblast, r. 2014) a Ryzlink rýnský ze stejné podoblasti a ročníku.

U žádného vzorku nebyl detekován tryptamin nebo jen v zanedbatelných množstvích, stejně jako ve studii Zhijun (2007) [68]. Tryptamin se ve vínech objevuje jen sporadicky (Kvasničková, 2008), proto nebude dále zmiňován [69].

BA tyramin (Tab. 1 - 4) byl stanoven téměř u každého vzorku. Vzorek Rulandské bílé (velkopavlovická podoblast, r. 2013) disponoval pH 2,75 a nejvyšší detekovaný obsah tyraminu u bílých vín 34,6 mg/l. Histamin byl detekován v nejvyšší koncentraci 4,5 mg/l u odrůdy Sauvignon (podoblast slovácká, r. 2015). Nejvyšší koncentrace putrescinu byla zaznamenána, a to až 30,4 mg/l u směsi vín (Muškát moravský a Veltlínské zelené, podoblast velkopavlovická, r. 2012). Nejvíce se u bílých vín vyskytoval spermin (Tab. 5 – 8) v nejvyšší koncentraci 12,9 mg/l (odrůda Děvín). Fenyethylamin byl detekován v maximální koncentraci do 3,9 mg/l (Tramín červený).

Tab. 1: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd AU - MO

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
AU	D	VP	2014	3,15	ND	2,4±0,1	ND	ND
DE	H	VP	2014	3,49	ND	4,1±0,2	ND	ND
HI	E	VP	2013	3,29	ND	1,9±0,1	ND	ND
CHA	C	VP	2014	3,45	ND	6,7±0,3	7,4±0,4	ND
CHA	E	VP	2013	3,31	0,7±0,0	2,8±0,2	ND	ND
CHA	I	VP	2014	3,35	ND	3,3±0,2	ND	ND
CHA	D	VP	2013	3,20	ND	1,7±0,1	ND	ND
IO	B	SL	2015	3,40	ND	8,2±0,3	10,1±0,4	ND
JOH	E	VP	2014	3,16	ND	1,8±0,1	ND	ND
MM	A	VP	2011	2,68	ND	4,1±0,2	ND	ND
MM	A	VP	2009	2,60	ND	2,4±0,1	ND	ND
MM	A	VP	2013	2,58	ND	2,1±0,1	ND	ND
MM	C	VP	2015	2,79	ND	ND	ND	ND
MM	F	ZN	2015	3,37	ND	2,9±0,1	ND	ND
MM+VZ	A	VP	2012	2,49	ND	2,4±0,1	30,4±1,5	ND
MM+VZ	F	ZN	2015	3,34	ND	ND	ND	ND
MO	C	VP	2014	3,84	2,8±0,2	1,7±0,1	23,2±1,0	ND

*AU – Aurelius; DE – Děvín; HI – Hibernál; CHA – Chardonnay; IO – Irsai Oliver; JOH – Johanniter; MM – Muškát moravský; MO – Muškát Ottonel; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 2: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd MT - PA

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
MT	B	SL	2015	3,36	ND	3,7±0,2	6,1±0,3	ND
MT	C	VP	2014	3,19	ND	1,6±0,1	ND	1,3±0,1
MT	C	VP	2014	3,38	1,8±0,1	7,0±0,4	12,7±0,6	1,1±0,1
MT	C	VP	2015	3,14	ND	1,3±0,1	1,7±0,1	ND
MT	E	VP	2015	3,14	ND	3,9±0,2	ND	ND
MT	G	MK	2015	3,94	ND	1,8±0,1	ND	ND
MT	H	VP	2014	3,85	ND	2,7±0,1	ND	ND
MT	H	VP	2013	3,20	ND	3,0±0,2	ND	ND
MT	I	VP	2014	2,99	ND	2,1±0,1	ND	ND
MT	I	VP	2015	3,06	ND	2,4±0,1	ND	ND
NG	A	VP	2014	2,15	ND	1,7±0,1	ND	ND
NG	A	VP	2014	2,08	ND	6,2±0,3	ND	ND
NG	C	VP	2012	3,16	ND	1,8±0,1	ND	ND
NG	C	VP	2015	3,06	ND	ND	ND	ND
NG	I	VP	2014	3,28	ND	2,2±0,1	ND	3,1±0,2
NG+VZ	A	VP	2012	2,57	ND	3,2±0,2	ND	1,0±0,1
PA	A	VP	2014	2,36	ND	4,7±0,2	ND	ND
PA	B	SL	2015	3,34	ND	5,2±0,3	10,2±0,4	1,7±0,1
PA	F	ZN	2014	3,38	ND	4,3 ±0,2	ND	ND

* MT – Müller Thurgau; NG – Neuburg; PA – Pálava; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojemská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 3: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd RB - RV

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
RB	C	VP	2013	3,28	ND	ND	ND	ND
RB	A	VP	2013	2,75	ND	34,6±1,8	ND	ND
RB+CHA	A	VP	2014	2,52	1,0±0,0	22,8±1,2	ND	ND
RR	A	VP	2014	2,08	ND	4,8±0,2	ND	ND
RR	A	VP	2013	2,72	ND	12,7±0,6	ND	ND
RR	C	VP	2011	3,13	ND	3,1±0,1	ND	ND
RR	C	VP	2012	2,99	ND	2,2±0,1	ND	ND
RR	H	VP	2014	3,26	ND	2,5±0,1	ND	ND
RR	I	VP	2014	3,10	ND	1,9±0,1	ND	ND
RR	I	VP	2014	3,10	ND	3,6±0,2	ND	ND
RR	C	VP	2014	3,32	1,7±0,1	9,6±0,5	9,7±0,5	1,1±0,1
RŠ	B	SL	2015	3,46	2,7±0,2	8,3±0,3	9,1±0,5	ND
RŠ	C	VP	2013	3,22	ND	1,4±0,1	ND	ND
RŠ	C	VP	2014	3,38	2,3±0,1	7,3±0,3	16,2±0,9	ND
RŠ	I	VP	2014	3,30	ND	3,5±0,2	ND	ND
RŠ	C	VP	2015	3,65	ND	3,6±0,2	4,4±0,2	1,9±0,1
RV	C	VP	2015	3,51	ND	1,4±0,1	4,7±0,3	ND
RV	A	VP	2011	2,31	ND	3,3±0,2	ND	ND
RV	C	VP	2014	3,24	0,9±0,0	3,0±0,1	6,3±0,4	1,1±0,1
RV	H	VP	2014	3,2	ND	3,8±0,2	ND	ND
RV	H	VP	2014	3,07	ND	4,3±0,2	ND	ND
RV	C	VP	2014	2,99	ND	1,5±0,1	2,5±0,1	ND

* CHA – Chardonnay; RB – Rulandské bílé; RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; RV – Ryzlink vlašský; SG – Sauvignon; SOL – Solaris; SZ - Sylvánské zelené; TČ – Tramín červený; VČR – Veltlínské červené rané; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 4: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadvaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd SG - VZ

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
SG	B	SL	2015	3,43	4,5±0,2	11,0±0,5	11,3±0,6	ND
SG	C	VP	2012	3,22	ND	2,6±0,1	ND	ND
SG	C	VP	2013	3,23	ND	1,2±0,1	ND	1,1±0,1
SG	C	VP	2015	2,93	ND	ND	ND	ND
SG	A	VP	2014	2,43	ND	2,7±0,1	ND	ND
SG	C	VP	2015	2,98	ND	ND	2,8±0,2	ND
SG+TČ	A	VP	2014	2,24	ND	2,0±0,1	ND	0,7±0,0
SOL	E	VP	2012	2,89	ND	ND	ND	ND
SZ	C	VP	2015	3,24	ND	3,7±0,2	ND	ND
SZ	I	VP	2014	3,13	ND	3,2±0,2	ND	ND
TČ	C	VP	2014	3,33	ND	9,2±0,4	5,1±0,2	ND
TČ	C	VP	2014	3,61	ND	10,0±0,5	9,4±0,5	ND
TČ	B	SL	2015	3,34	ND	2,8±0,1	5,6±0,3	ND
TČ	I	VP	2014	3,67	ND	3,8±0,2	ND	ND
VČR+RV	A	VP	2014	2,20	ND	3,7±0,2	ND	ND
VZ	A	VP	2013	2,65	ND	6,7±0,3	9,2±0,5	ND
VZ	B	SL	2015	3,34	ND	1,7±0,1	4,1±0,2	ND
VZ	C	VP	2013	3,11	ND	4,2±0,2	ND	1,5±0,1
VZ	C	VP	2014	3,31	ND	3,4±0,2	5,8±0,3	ND
VZ	C	VP	2015	2,97	ND	ND	ND	ND
VZ	H	VP	2014	3,31	ND	2,5±0,1	ND	ND
VZ	I	VP	2014	3,25	ND	1,8±0,1	ND	ND

*SG – Sauvignon; SOL – Solaris; SZ - Sylvánské zelené; TČ – Tramín červený; VČR – Veltlínské červené rané; RV – Ryzlink vlašský; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojemská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 5: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd AU - MO

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
AU	D	VP	2014	3,15	ND	ND	5,4±0,3
DE	H	VP	2014	3,49	ND	ND	12,9±0,6
HI	E	VP	2013	3,29	ND	ND	5,1±0,2
CHA	C	VP	2014	3,45	ND	ND	6,8±0,3
CHA	E	VP	2013	3,31	ND	ND	6,8±0,3
CHA	I	VP	2014	3,35	ND	ND	7,9±0,4
CHA	D	VP	2013	3,20	ND	ND	5,1±0,3
IO	B	SL	2015	3,4	ND	ND	5,4±0,3
JOH	E	VP	2014	3,16	ND	ND	5,6±0,3
MM	A	VP	2011	2,68	ND	ND	ND
MM	A	VP	2009	2,60	ND	ND	5,9±0,3
MM	A	VP	2013	2,58	ND	ND	3,4±0,1
MM	C	VP	2015	2,79	ND	ND	2,4±0,1
MM	F	ZN	2015	3,37	ND	ND	11,0±0,4
MM+VZ	F	ZN	2015	3,34	ND	ND	7,3±0,3
MM+VZ	A	VP	2012	2,49	ND	ND	ND
MO	C	VP	2014	3,84	2,3±0,1	ND	6,2±0,3

*AU – Aurelius; DE – Děvín; HI – Hibernál; CHA – Chardonnay; IO – Irsai Oliver; JOH – Johanniter; MM – Muškát moravský; MO – Muškát Ottonel; MT – Müller Thurgau; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 6: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd MT - PA

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
MT	B	SL	2015	3,36	ND	ND	5,4±0,2
MT	C	VP	2014	3,19	ND	ND	5,5±0,3
MT	C	VP	2014	3,38	ND	ND	4,3±0,2
MT	C	VP	2015	3,14	ND	1,3±0,1	3,9±0,2
MT	E	VP	2015	3,14	ND	ND	8,4±0,4
MT	G	MK	2015	3,94	ND	ND	8,1±0,4
MT	H	VP	2014	3,85	ND	ND	11,9±0,6
MT	H	VP	2013	3,20	ND	ND	7,4±0,4
MT	I	VP	2014	2,99	ND	ND	6,0±0,3
MT	I	VP	2015	3,06	ND	ND	5,8±0,3
NG	A	VP	2014	2,15	ND	ND	ND
NG	A	VP	2014	2,08	2,9±0,1	ND	6,8±0,4
NG	C	VP	2012	3,16	ND	ND	5,7±0,3
NG	C	VP	2015	3,06	ND	1,0±0,1	3,9±0,2
NG	I	VP	2014	3,28	3,1±0,2	ND	6,1±0,3
NG+VZ	A	VP	2012	2,57	ND	ND	5,3 ± 0,2
PA	A	VP	2014	2,36	2,5±0,1	ND	ND
PA	B	SL	2015	3,34	ND	ND	5,3 ± 0,2
PA	F	ZN	2014	3,38	ND	ND	8,2 ± 0,4

* MT – Müller Thurgau; NG – Neuburg; PA – Pálava; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojemská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 7: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd RB – RV

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
RB	C	VP	2013	3,28	ND	ND	6,2±0,3
RB	A	VP	2013	2,75	ND	ND	ND
RB+CHA	A	VP	2014	2,52	1,4±0,1	ND	4,3±0,2
RR	A	VP	2014	2,08	ND	ND	3,9±0,2
RR	A	VP	2013	2,72	ND	ND	10,8±0,5
RR	C	VP	2011	3,13	ND	ND	7,7±0,4
RR	C	VP	2012	2,99	ND	ND	8,1±0,4
RR	H	VP	2014	3,26	ND	ND	8,6±0,4
RR	I	VP	2014	3,10	ND	ND	5,3±0,3
RR	I	VP	2014	3,10	ND	ND	6,6±0,4
RR	C	VP	2014	3,32	ND	ND	6,1±0,3
RŠ	B	SL	2015	3,46	ND	ND	4,1±0,2
RŠ	C	VP	2013	3,22	ND	ND	6,2±0,3
RŠ	C	VP	2014	3,38	ND	ND	5,0±0,3
RŠ	I	VP	2014	3,30	ND	ND	7,2±0,3
RŠ	C	VP	2015	3,65	ND	1,4±0,1	7,9±0,4
RV	C	VP	2015	3,51	ND	1,7±0,1	4,9±0,3
RV	A	VP	2011	2,31	ND	ND	4,7±0,3
RV	C	VP	2014	3,24	ND	ND	4,2±0,2
RV	H	VP	2014	3,20	ND	ND	10,3±0,5
RV	H	VP	2014	3,07	ND	ND	10,1±0,5
RV	C	VP	2014	2,99	ND	ND	4,9±0,3

* CHA – Chardonnay; RB – Rulandské bílé; RR – Ryzlink rýnský; RŠ – Rulandské šedé; RV – Ryzlink vlašský;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 8: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd SG - VZ

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
SG	B	SL	2015	3,43	1,5±0,1	ND	6,6±0,3
SG	C	VP	2012	3,22	ND	ND	5,4±0,2
SG	C	VP	2013	3,23	ND	ND	4,3±0,2
SG	C	VP	2015	2,93	ND	ND	2,0±0,1
SG	A	VP	2014	2,43	ND	ND	ND
SG	C	VP	2015	2,98	ND	1,0±0,1	2,5±0,1
SG+TČ	A	VP	2014	2,24	ND	ND	4,6±0,2
SOL	E	VP	2012	2,89	ND	ND	4,1±0,2
SZ	C	VP	2015	3,24	ND	1,1±0,0	3,2±0,1
SZ	I	VP	2014	3,13	ND	ND	6,7±0,3
TČ	C	VP	2014	3,33	1,5±0,1	ND	7,9±0,4
TČ	C	VP	2014	3,61	3,9±0,2	ND	9,2±0,5
TČ	B	SL	2015	3,34	ND	ND	4,3±0,3
TČ	I	VP	2014	3,67	ND	ND	11,9±0,6
VČR+RV	A	VP	2014	2,2	ND	ND	7,4±0,3
VZ	A	VP	2013	2,65	ND	ND	10,0±0,5
VZ	B	SL	2015	3,34	ND	ND	5,8±0,3
VZ	C	VP	2013	3,11	ND	ND	11,2±0,7
VZ	C	VP	2014	3,31	ND	ND	5,7±0,2
VZ	C	VP	2015	2,97	ND	1,3±0,1	3,4±0,2
VZ	H	VP	2014	3,31	ND	ND	7,9±0,5
VZ	I	VP	2014	3,25	ND	ND	5,5±0,3

* SG – Sauvignon; SOL – Solaris; SZ - Sylvánské zelené; TČ – Tramín červený; VČR – Veltlínské červené rané; RV – Ryzlink vlašský; VZ – Veltlínské zelené;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojemská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

7.1.2 Stanovení hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků růžových vín

V tab. 9,10 jsou zaznamenané hodnoty pH a obsahy BA (mg/l) u 17-ti vzorků růžových vín z roku 2012 až 2015 odebraných z oblasti Morava. Hodnota pH růžových vín se pohybovala od 2,24 do 3,58 (Tab. 9, 10). Nejnižší hodnota pH byla stanovena u vzorku Frankovky (r. 2014, podoblast velkopavlovická). Zde tvrzení, že čím nižší pH tím stabilnější víno, opravdu platí, jelikož u vzorku nebyl detekován žádný z aminů, kromě kadaverinu, který zde byl v zanedbatelných koncentracích. Nejvyšší detekovaná hodnota pH byla u vzorku André (podoblast velkopavlovická, r. 2014).

Při vyhodnocování BA růžových vín byl nejvíce i v nejvyšších koncentracích detekován tyramin (Tab. 9) a to až 9,3 mg/l u vzorku Zweigeltrebe (velkopavlovická podoblast, r. 2014). Tab. 10 uvádí časté hodnoty sperminu v růžových vínech. Nejvyšší zaznamenaná hodnota byla 10,5 mg/l.

Tab. 9: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), a pH u vzorků různých vín

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]
AN	H	VP	2014	3,58	ND	5,5±0,3	ND
AN+FR	A	VP	2014	2,40	2,9±0,2	3,1±0,2	ND
CS	A	VP	2014	2,57	ND	ND	ND
FR	B	SL	2015	3,37	ND	8,5±0,4	5,5±0,3
FR	D	VP	2013	3,43	ND	5,3±0,2	ND
FR	F	ZN	2014	3,06	ND	1,5±0,1	ND
FR	I	VP	2014	3,19	ND	3,9±0,1	ND
FR	A	VP	2014	2,24	ND	ND	ND
FR	A	VP	2014	2,43	ND	3,6±0,2	ND
ME	A	VP	2014	2,54	ND	3,1±0,2	ND
MP	I	VP	2015	2,96	ND	ND	ND
RM	A	VP	2012	2,68	1,8±0,1	3,4±0,2	ND
RM	E	VP	2014	3,29	ND	1,1±0,1	ND
SV	F	ZN	2015	3,22	ND	0,9±0,0	ND
ZW	C	VP	2015	3,22	ND	ND	ND
ZW	C	VP	2015	3,05	ND	2,0±0,1	ND
ZW	I	VP	2014	3,03	ND	9,3±0,4	ND

*AN – André; CS – Cabernet Sauvignon; FR – Frankovka; ME – Merlot, MP – Modrý Portugal; RM – Rulandské modré; SV – Svatovavřínecké; ZW – Zweigeltrebe;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí: MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 10: Vyhodnocení BA kadaverinu (CAD), fenylethylaminu (PEA), sperminu (SPN) a pH u vzorků růžových vín

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	CAD [mg/l]	PEA [mg/l]	SPN [mg/l]
AN	H	VP	2014	3,58	ND	ND	10,5±0,5
AN+FR	A	VP	2014	2,40	ND	ND	6,7±0,3
CS	A	VP	2014	2,57	0,7±0,0	ND	ND
FR	B	SL	2015	3,37	ND	ND	6,3±0,3
FR	D	VP	2013	3,43	ND	ND	5,8±0,3
FR	F	ZN	2014	3,06	ND	ND	5,6±0,3
FR	I	VP	2014	3,19	ND	ND	8,9±0,5
FR	A	VP	2014	2,24	0,6±0,0	ND	ND
FR	A	VP	2014	2,43	0,7±0,0	1,1±0,0	6,1±0,3
ME	A	VP	2014	2,54	ND	2,2±0,1	6,8±0,3
MP	I	VP	2015	2,96	ND	ND	3,9±0,2
RM	A	VP	2012	2,68	ND	ND	2,5±0,1
RM	E	VP	2014	3,29	ND	ND	3,8±0,2
SV	F	ZN	2015	3,22	ND	ND	6,2±0,3
ZW	C	VP	2015	3,22	ND	ND	4,4±0,2
ZW	C	VP	2015	3,05	ND	ND	4,9±0,3
ZW	I	VP	2014	3,03	ND	ND	7,8±0,4

*AN – André; CS – Cabernet Sauvignon; FR – Frankovka; ME – Merlot, MP – Modrý Portugal; RM – Rulandské modré; SV – Svatovavřínecké; ZW – Zweigeltrebe;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojemská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

7.1.3 Stanovení hodnoty pH a biogenních aminů u vzorků červených vín

V tab. 11 - 14 jsou zaznamenány hodnoty pH a obsah BA (mg/l) u 35-ti vzorků vín z roku 2011 až 2015 odebraných z oblasti Morava. Hodnota pH u červených vín se pohybovala v rozmezí od 2,14 do 3,88. Nejnižší hodnota pH byla detekována u vzorku André (velkopavlovická podoblast, r. 2014). Vzorek Rulandské modré (podoblast velkopavlovická, r. 2012) bylo naměřeno nejvyšší pH.

U vyhodnocování se dal předpokládat vyšší obsah BA v červených vínech než u bílých či růžových. Ve vzorcích červeného vína (Tab. 12) byl v nejvyšších koncentracích detekován putrescin (272 mg/l) u vzorku Merlot (velkopavlovická podoblast, r. 2014). Tyramin byl zaznamenán téměř u každého vzorku v nejvyšší koncentraci 25,9 mg/l ve vzorku Svatovavříneckého (r. 2011). Obsah histaminu byl stanoven v nejvyšší koncentraci 19,4 mg/l u vzorku Merlot (Tab. 12).

Ve vzorcích červeného vína byl téměř u každého vzorku detekován spermin (Tab. 13, 14) v nejvyšší koncentraci 11,0 mg/l, vzorek André (znojemská podoblast, r. 2013). Fenylethylamin byl zaznamenán v koncentraci 17,8 mg/l, odrůda Merlot, (velkopavlovická podoblast, r. 2014). Zde byla detekce i nejvyššího obsahu putrescinu 272,0 mg/l (Tab. 12).

Tab. 11: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), ka-daverinu (CAD) a pH v červených vínech AL – Směs FR, SV, MP

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
AL	A	VP	2013	2,38	1,2±0,1	3,9±0,2	5,9±0,3	ND
AL,NE,RU	A	VP	2011	2,91	11,5±0,6	8,5±0,5	21,4±1,1	ND
AN	A	VP	2014	2,14	ND	1,7±0,1	6,0±0,3	ND
AN	F	ZN	2013	3,59	ND	5,3±0,3	ND	ND
AN	I	VP	2014	3,21	ND	4,8±0,2	ND	0,7±0,0
AN	I	VP	2014	3,21	ND	1,8±0,2	ND	ND
CM,AL	A	VP	2012	2,78	3,0±0,2	6,2±0,3	12,0±0,6	ND
CS	A	VP	2014	3,12	9,6±0,4	2,9±0,2	6,5±0,3	ND
CS	B	SL	2015	3,41	ND	4,5±0,2	6,7±0,3	ND
CS	C	VP	2014	3,55	ND	ND	ND	ND
DR	H	VP	2014	3,28	ND	4,9±0,2	ND	ND
DR	I	VP	2014	3,68	ND	4,0±0,2	8,9±0,4	3,9±0,2
FR	A	VP	2014	2,57	ND	3,9±0,2	13,0±0,7	1,5±0,1
FR	A	VP	2014	2,53	1,4±0,1	5,1±0,2	14,3±0,7	0,8±0,0
FR	A	VP	2013	2,72	3,5±0,2	11,0±0,6	17,1±1,0	ND
FR	C	VP	2012	3,54	3,0±0,1	1,7±0,1	39,2±2,1	ND
FR	I	VP	2014	3,37	ND	ND	ND	ND
FR,SV,MP	A	VP	2013	2,89	5,6±0,3	9,0±0,5	26,6±1,2	ND

*AL – Alibernet; AN – André; CM – Cabernet Moravia; CS – Cabernet Sauvignon; DR – Dornfelder; FR – Frankovka; MP – Modrý Portugal; RU – Rubinet; SV – Svatovavřínecké;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 12: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH v červených vínech ME - ZW

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	HIM [mg/l]	TYM [mg/l]	PUT [mg/l]	CAD [mg/l]
ME	A	VP	2014	2,9	19,4±1,0	ND	272,0±12,8	ND
ME	B	SL	2015	3,39	ND	6,1±0,3	11,1±0,6	ND
ME	C	VP	2014	3,52	2,7±0,1	5,2±0,2	13,9±0,6	ND
MP	A	VP	2011	2,99	15,3±0,8	16,2±0,8	74,0±3,8	ND
MP	B	SL	2015	3,45	ND	4,9±0,2	7,3±0,4	1,4±0,1
MP	C	VP	2015	3,41	ND	ND	ND	ND
MP	C	VP	2014	3,56	ND	ND	17,6±0,9	ND
MP	C	VP	2015	3,51	ND	1,5±0,1	5,1±0,2	1,2±0,1
MP	H	VP	2014	3,44	ND	3,9±0,2	ND	ND
RM	C	VP	2012	3,88	ND	1,3±0,1	ND	ND
RM	C	VP	2013	3,76	ND	18,1±0,9	6,6±0,3	ND
SV	C	VP	2013	3,75	1,8±0,1	2,0±0,1	8,4±0,4	ND
SV	C	VP	2015	3,76	ND	ND	ND	ND
SV	B	SL	2015	3,42	ND	3,7±0,2	7,1±0,4	ND
SV	D	VP	2011	3,43	2,3±0,1	25,9±1,3	8,0±0,4	ND
SV	F	ZN	2015	3,16	ND	ND	ND	ND
ZW	F	MK	2015	3,2	ND	1,8±0,1	5,1±0,2	ND

* ME – Merlot; MP – Modrý Portugal; RM – Rulandské modré; SV – Svatovavřínecké; ZW – Zweigeltrebe;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 13: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH v červených vínech AL - Směs FR, SV, MP

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
AL	A	VP	2013	2,38	ND	ND	3,9±0,2
AL,NE,RU	A	VP	2011	2,91	ND	ND	3,0±0,2
AN	A	VP	2014	2,14	ND	ND	3,9±0,2
AN	F	ZN	2013	3,59	ND	ND	11,0±0,5
AN	I	VP	2014	3,21	1,4±0,1	1,3±0,1	5,6±0,3
AN	I	VP	2014	3,21	ND	ND	6,6±0,3
CM,AL	A	VP	2012	2,78	1,5±0,1	ND	5,5±0,3
CS	A	VP	2014	3,12	2,3±0,1	0,7±0,0	3,1±0,2
CS	B	SL	2015	3,41	ND	ND	9,2±0,4
CS	C	VP	2014	3,55	ND	ND	ND
DR	H	VP	2014	3,28	ND	ND	5,5±0,3
DR	I	VP	2014	3,68	ND	3,9±0,2	9,1±0,4
FR	A	VP	2014	2,57	1,5±0,1	1,1±0,1	8,3±0,4
FR	A	VP	2014	2,53	1,9±0,1	0,6±0,0	3,2±0,1
FR	A	VP	2013	2,72	ND	ND	6,1±0,3
FR	C	VP	2012	3,54	ND	ND	3,0±0,1
FR	I	VP	2014	3,37	ND	1,2±0,1	5,6±0,3
FR,SV,MP	A	VP	2013	2,89	ND	ND	ND

*AL – Alibernet; AN – André; CM – Cabernet Moravia; CS – Cabernet Sauvignon; DR – Dornfelder; FR – Frankovka; ME – Merlot; MP – Modrý Portugal; RU – Rubinet; SV – Svatovavřínecké;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

Tab. 14: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH v červených vínech ME - ZW

Odrůda*	Producent**	Podoblast	Ročník	pH	PEA [mg/l]	SPD [mg/l]	SPN [mg/l]
ME	A	VP	2014	2,9	17,8±1,1	5,7±0,3	ND
ME	B	SL	2015	3,39	ND	ND	ND
ME	C	VP	2014	3,52	ND	ND	6,8±0,4
MP	A	VP	2011	2,99	ND	ND	ND
MP	B	SL	2015	3,45	ND	1,6±0,1	8,1±0,4
MP	C	VP	2015	3,41	ND	ND	4,8±0,3
MP	C	VP	2014	3,56	ND	ND	6,3±0,3
MP	C	VP	2015	3,51	ND	ND	4,7±0,2
MP	H	VP	2014	3,44	ND	ND	10,7±0,5
RM	C	VP	2012	3,88	ND	ND	5,6±0,3
RM	C	VP	2013	3,76	ND	1,3±0,1	6,6±0,3
SV	C	VP	2013	3,75	ND	6,8±0,3	3,5±0,2
SV	C	VP	2015	3,76	ND	ND	3,9±0,2
SV	B	SL	2015	3,42	ND	ND	6,8±0,3
SV	D	VP	2011	3,43	ND	ND	5,7±0,3
SV	F	ZN	2015	3,16	ND	ND	6,7±0,3
ZW	F	MK	2015	3,2	ND	ND	6,4±0,4

* ME – Merlot; MP – Modrý Portugal; RM – Rulandské modré; SV – Svatovavřínecké; ZW – Zweigeltrebe;

**A, B, C, D, E, F, G, H, I: Producenti z podoblastí MK – mikulovská; SL – slovácká; VP – velkopavlovická; ZN – znojenská;

ND - Hodnota pod detekčním limitem měření.

7.2 Diskuze

Hodnotu pH je možné definovat jako záporný logarismus koncentrace vodíkových iontů v roztoku. V průběhu zrání hroznů se mění rozsah pH od 2,80 po 3,50, někdy i výrazněji nad 3,50 v závislosti na odrůdě, ročníku a klimatických podmínkách. Tato změna nastává současně s akumulací cukrů a snižováním titrovatelných kyselin [42]. Dle Lonvaud-Funel (2001) může být hodnota pH jedním z nejvýznamnějších enologických parametrů [58]. Ribéreau-Gayon et al. (2006) uvádí rozmezí pH ve víně od 2,8 do 4,0 [70].

Kyselina vinná je typická pro hrozny. Je to relativně silná kyselina a dodává vínu pH v rozpětí 3,0 – 3,5. [70] Dle Ducasse et al. (2010) mají červená vína vyšší pH než vína bílá. Ideální hodnota pH bílého vína je mezi 3,1 – 3,4 a u červených vín je to 3,3 – 3,6 [71].

U vzorku Müller Thurgau byla detekována nejvyšší hodnota pH 3,94 u bílých vín. Tato hodnota předčila i pH červených vín, u kterých bývá pH vyšší. Vysoké pH není typické pro bílá vína, zvláště pro odrůdu Müller Thurgau. Dle Ozturk et al. (2014) byla hodnota pH stanovena u této odrůdy okolo 3,05 [72]. Vyšší pH může být dáno nižším obsahem kyselin a může mít negativní dopady na konečný produkt. Nižší hodnotu pH mají spíše bílá vína, jelikož jim dává tzv. „čerstvost a lehkost“. Vína s nižším pH mají lepší mikrobiologickou stabilitu [70].

Vyšší hodnota pH může negativně ovlivňovat kvalitu vína. Víno s vyšším pH než 3,5 ztrácí svěžest a vytváří tzv. plochý dojem, je náchylné na mikrobiální kontaminaci a u červených vín negativně ovlivňuje stabilitu barvy vína [42]. Na hodnotě pH konečného výrobku záleží více faktorů. Například obsah karboxylových kyselin, které výrazně mění vlastnosti produktu a ovlivňují chemické reakce a mikrobiologickou stabilitu vína [29, 73]. Vyšší koncentrace vodíkových můstků znamená nižší pH a naopak. Vína s vyšším pH ztrácejí chuť, mohou oxidovat, nejsou mikrobiologicky stabilní a hrozí zde možná kontaminace [74].

Existuje možný vztah mezi vyšší hodnotou pH a obsahem draslíku. Ten je nebezpečný pro kvalitu vína. Dle Ruffner et al. (1982) obsah draslíku způsobuje změny v poměrech koncentrací kyseliny vinné a jablečné [75, 76]. Pokud je obsah draslíku v půdě vysoký, obsah kyseliny vinné je nízký a hodnota pH je vysoká. Tudíž vyšší pH může být způsobeno i vyšší použitou dávkou draslíku při hnojení [75]. Dle Butzke et al. (2010) se od hodnoty pH vína a obsahu alkoholu odvíjí i přídavek SO₂. Se zvyšujícím se pH se zvyšuje i přídavek SO₂ [77].

Hlavními faktory ovlivňující množství produkovaných BA jsou zejména podmínky technologických procesů výroby a podmínky fermentace, jako teplota, pH, změny přístupu kyslíku, obsah chloridu sodného a zejména proces jablečno-mléčné kvašení [1]. Dle Konakovsky (2011) se mění obsah BA bez ohledu na druhu odrůdy [53]. Před analýzou BA se dal předpokládat vyšší výskyt u červených vín v důsledku JMK. JMK probíhá také u bílých vín, ovšem při výrobě červeného vína má stěžejní funkci. [78].

Bodmer et al. (1999) srovnávali obsahy BA bílých a červených vín. Potvrdili, že v červených vínech byl výrazně vyšší výskyt BA, zejména putrescinu a histaminu [79]. Tuto skutečnost potvrzují výsledky této práce. Adams et al. (1991), potvrdili rozdíly obsahu putrescinu a histaminu v závislosti na regionu, odrůdě hroznů a druhů vín [62]. Dle studie Herbert et al. (2005) zabývající se obsahem BA v červených vínech, může být potvrzen vyšší obsah putrescinu a tyraminu v závislosti na odrůdě, oblasti produkce a ročníku [64]. Toto tvrzení se v rámci experimentální práce nepodařilo potvrdit ani vyvrátit.

U bílých vín s nižšími hodnotami pH byly detekovány nejvyšší limity tyraminu a putrescinu. Ve vzorku ze směsi odrůd (Muškát moravský a Veltlínské zelené), z velkopavlovické podoblasti, r. 2012, bylo detekováno pH 2,49 a obsah putrescinu 30,4 mg/l. Výsledky se shodují se studií Pramateftaki et al. (2006), kteří uvedli, že v těchto koncentracích není putrescin pro člověka toxický, ale spíše má negativní vliv na kvalitu vína [55]. Histamin byl zaznamenán v koncentracích do 5 mg/l. Tyto hodnoty nejsou z toxikologického hlediska nijak nebezpečné. Obsah tyraminu byl velmi variabilní. Nejvyšší koncentrace byla 34,6 mg/l. Tato hodnota je v rozmezí 25 – 40 mg/l, což lze považovat za potencionální toxickou dávku [23]. Pro citlivé jedince může být tato hodnota nebezpečná. U zdravých jedinců je schopen detoxikační systém degradovat obvyklý příjem BA působením aminooxidáz [32]. Dle Shalaby (1996) se mohou mírné intoxikace tyraminem objevovat v podobě migrény [80]. U odrůdy Tramín červený byl zjištěný obsah fenylethylaminu 3,9 mg/l.

U růžových vín nebyl detekován tryptamin a spermidin. Tyramin byl detekovaný u vzorků v nejvyšší koncentraci 9,3 mg/l. Pouze u jednoho vzorku byl zjištěn obsah putrescinu 5,5 mg/l. Téměř u všech vzorků byl zjištěn obsah sperminu v rozmezí od 2,5 do 10,5 mg/l.

Naměřená hodnota pH u 3 vzorků Frankovky se pohybovala kolem 3,3. Ve zbylých 2 vzorků bylo pH nižší okolo 2,3. U vzorků Frankovky s vyššími pH byl obsah BA vyšší,

nežli u vzorků s nižší hodnotou pH. Uvedené výsledky korelují s tvrzením, že vína s nižším pH jsou stabilnější [34]. Větší variabilitu můžeme najít při porovnání se vzorky odrůd Modrý Portugal. U vína Merlot byl detekován nejvyšší obsah putrescinu 272,0 mg/l s hodnotou pH 2,9. Tato hodnota pH není u vína Merlot obvyklá. Nízké pH je dáno vyšším obsahem kyselin a vyšší obsah putrescinu, společně s nízkým pH může být podpořen BMK a jejich dekarboxylázovou aktivitou, zejména kmenem *Oenococcus oeni*, [80]. Kadaverin a putrescin zesilují toxicitu histaminu, ovšem minimální úroveň těchto BA není známa [82]. Dále u této odrůdy byl detekovaný nejvyšší obsah histaminu 19,4 mg/l. Tato hodnota, lze být považována za nebezpečnou pro citlivé jedince [23]. Některé země stanovily limity pro histamin ve víně v rozmezí od 2 do 10 mg [83]. Na základě získaných výsledků 3 vzorky červeného vína by neodpovídaly těmto limitům a mohou být tak potenciálně nebezpečné. Legislativa některých zemí umožňuje odmítnutí vína s vyšším obsahem histaminu než zákonné limity. Některé státy EU již zvažují zavádět nejvyšší limity obsahu histaminu ve víně. Např. Německo (2 mg/l), Holandsko (3 mg/l), Finsko (5 mg/l), Belgie (5-6 mg/l), Francie (8 mg/l), Švýcarsko a Rakousko (1 mg/l) [84].

Červená vína (r. 2014) disponovala s nejvyššími detekovanými hodnotami putrescinu, histaminu a fenylethylaminu 17,8 mg/l. Kalhotka uvádí, že 3 mg/kg fenylethylaminu mohou vyvolávat u citlivých jedinců migrény [85]. Rok 2014 byl nepříznivý z pohledu počasí, kratší doby sklizně, což se mohlo odrazit na hygieně, kvalitě, aroma a čistotě chuti [86]. Tyramin u červených vín byl obsažen v koncentraci 25 mg/l. Pro tyramin se považují za nebezpečné hladiny přesahující 10 mg/l v nápojích [83]. Tyramin může způsobovat zvýšení hladiny krevního cukru, zúžení periferních cév, zvýšení srdeční činnosti, slzení a migrény [85]. V experimentální práci byl nejvíce detekovaný tyramin. Při srovnání s touto skutečností by bylo 9 vzorků potenciálně nebezpečných.

Alifatické polyaminy spermin, spermidin a putrescin se v nízkých koncentracích přirozeně vyskytují v živých organismech jako endogenní produkty metabolismu a jsou esenciálními složkami pro buněčný růst. Nicméně spermin a spermidin mohou reagovat s kyselinou dusitou a jejími solemi za vzniku nitrosaminů. Bylo prokázáno, že polyaminy inhibují oxidaci polynenasycených mastných kyselin, protože mají schopnost zachycovat superoxidové a hydroxylové radikály [83]. V práci byl spermidin detekován u deseti vzorků s maximální hodnotou 6,8 mg/l. Spermin byl detekován téměř u každého ze vzorků. Rozmezí hodnot sperminu bylo od 3,0 do 11,0 mg/l.

Celkově se dal předpokládat vyšší výskyt BA u červených vín. Ten byl skutečně vyšší i častější, a to i v porovnání se vzorky bílých vín, kterých bylo skoro 3x více oproti vzorkům červeného vína. Výskyt BA byl velmi variabilní. Nelze prokázat souvislost se stářím vína a obsahem BA ani se závislostí na odrůdě, či oblasti produkce. Variabilita obsahu BA ve víně, by se mohla vysvětlit na základě rozdílů v procesu výroby, době, podmínkách skladování a kvality suroviny a možné mikrobiální kontaminace během technologie výroby [58]. Dle Beneduce (2010) jsou ve víně nejčastějšími BA histamin, putrescin a tyramin. Což se potvrdilo také v experimentální části práce. [87]. Stejně jako u Bodmer (1991) a Buňka et al. (2012) byl shledán nejvyšší obsah BA a to putrescinu v červených vínech [67, 79]. Ve srovnání se stanovenou toxickou dávkou dle Michlovského (2014), 8 až 20 mg/l histaminu, 25 až 40 mg/l tyraminu a 3 mg/l fenylethylaminu, lze považovat 9 vzorků za potencionálně toxických [23].

ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na obsah BA ve vínech z oblasti Morava. Pro vznik BA ve víně, je klíčovým okamžikem fermentace, zvláště jablečno-mléčné kvašení. Na základě vyhodnocených výsledků, lze konstatovat, že:

- U žádného ze vzorků nebyl detekován tryptamin.
- U bílých vín se nejvíce vyskytoval tyramin a spermin. Tyramin, byl zaznamenán v nejvyšších koncentracích u bílých vzorků, a to až 34,6 mg/l. Hodnota pH se pohybovala v rozmezí od 2,08 do 3,94.
- U růžových vín, nebyla zaznamenána detekce spermidinu. Nejvyšší naměřené hodnoty byly u tyraminu 9,3 mg/l a u sperminu 10,5 mg/l. Tyto biogenní aminy zde byly nejčastěji detekovány. Rozpětí hodnot pH se pohybovalo od 2,24 do 3,58.
- Ve vzorcích červených vín byl výskyt biogenních aminů nejvyšší a nejčastější. Putrescin byl detekován v maximální koncentraci v rámci všech vzorků a to 272 mg/l. Dále byly zaznamenány vyšší hladiny histaminu, tyraminu a fenylethylaminu. Rozpětí pH červených vín se pohybovalo od 2,14 po 3,88.
- Všechna vína, u kterých byla stanovena nejvyšší hodnota biogenních aminů, pocházela z velkopavlovické podoblasti. Nicméně zdá se, že geografická poloha není rozhodujícím faktorem pro tvorbu biogenních aminů.
- Obsah biogenních aminů se významně lišil bez ohledu na odrůdění vín.
- Obsah histaminu byl přítomen v potenciálně toxických dávkách u čtyř vzorků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ANLI, R. Ertan a Mustafa BAYRAM. Biogenic Amines in Wines. *Food Reviews International* [online]. 2008, **25**(1), 86-102 [cit. 2016-05-10]. DOI: 10.1080/87559120802458552. ISSN 8755-9129. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559120802458552>
- [2] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava červených vín*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2015. ISBN 978-80-905319-5-6
- [3] KOMPRDA, Tomáš. *Obecná hygiena potravin*. Dotisk 1. vyd. [i.e. 2. vyd.]. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-059-6
- [4] MARINO, M., M. MAIFRENI, I. BARTOLOMEOLI a G. RONDININI. Evaluation of amino acid-decarboxylative microbiota throughout the ripening of an Italian PDO cheese produced using different manufacturing practices. *Journal of Applied Microbiology* [online]. 2008, **105**(2), 540-549 [cit. 2016-05-10]. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2008.03793.x. ISSN 13645072. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2008.03793.x>
- [5] PAVLOUŠEK, Pavel a Pavla BUREŠOVÁ. *Vše, co byste měli vědět o víně: --a nemáte se koho zeptat*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4351-6.2
- [6] *Salon vín: národní soutěž vín ČR* .. Valtice: Národní vinařské centrum, 2015
- [7] KRAUS, Vilém. *Pěstujeme révu vinnou*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2012. Česká zahrada. ISBN 978-80-247-3465-1
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 254/2010 Sb., kterou se stanoví seznam vinařských podoblastí, vinařských obcí a viničních tratí*. In: 2010, číslo 324. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2010-254.html
- [9] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 321/2004 Sb. Zákon o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o vinohradnictví a vinařství). *Zákony pro lidi* [online]. 2004 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-321#cast1>
- [10] Vína z Moravy vína z Čech. *Historie a fakta: Statistiky* [online]. 2004 [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: http://www.wineofczechrepublic.cz/index.php?sec=3&sec2=4&sec3=1&id_c=22

- [11] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 321/2004 Sb., zákon o vinohradnictví a vinařství: o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů. In: 321/2004 Sb. 2004, 321/2004 Sb., 105/2004. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematickyprehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2004-321-viceoblasti.html
- [12] NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 606/2009: EUR-Lex [online]. EU, 2009 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32009R0606>
- [13] RADA, Tomáš. Zákon o vinohradnictví a vinařství: komentář. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2012. Komentáře (Wolters Kluwer ČR). ISBN 978-80-7357-705-6,
- [14] Šetření o vinicích 2009: Vinařská oblast Morava [online]. In: . s. 1-4 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: [http://csugeo.i-ser-ver.cz/xb/redakce.nsf/i/vinarska_oblast_morava/\\$File/T4_Vina%C5%99sk%C3%A1%20oblast%20Morava.pdf](http://csugeo.i-ser-ver.cz/xb/redakce.nsf/i/vinarska_oblast_morava/$File/T4_Vina%C5%99sk%C3%A1%20oblast%20Morava.pdf)
- [15] Krajem vína: vinařská oblast Morava: mapa. Znojmo: Pro Národní vinařské centrum, o.p.s. vyrobila Agentura Bravissimo, 2016. ISBN 978-80-87498-59-0
- [16] Chemie potravin, Velíšek VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin. Vyd. 1. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-4-5
- [17] EDER, Reinhard. Vady vína. Valtice: Národní vinařské centrum, 2006. ISBN 80-903201-6-3
- [18] MICHLOVSKÝ, Miloš. Lexikon chemického složení vína: příručka praktického vinaře. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-2-5
- [19] KALÁČ, Pavel a Martin KŘÍŽEK. A Review of Biogenic Amines and Polyamines in Beer. *Journal of the institute of brewing*. Czech republic, 2003(109), 123-128
- [20] STANDAROVÁ, E., BORKOVCOVÁ, I., VORLOVÁ, L. Zastoupení vybraných biogenních aminů v sýrech s bílou plísní na povrchu. *Acta fytotechnica et zootecnica- Mimoriadne číslo*, 2009, s. 610-617

- [21] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ); Scientific Opinion on Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal* 2011;9(10):2393. [93 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2011.2393. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- [22] POLO, M a María Victoria MORENO-ARRIBAS (eds.). *Wine chemistry and biochemistry*. New York: Springer, c2009. ISBN 978-0-387-74118-5
- [23] MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava bílých vín*. Vyd. 1. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-4-9
- [24] LANDETE, J.M., S. FERRER a I. PARDO. Which lactic acid bacteria are responsible for histamine production in wine? *Journal of Applied Microbiology* [online]. 2005, **99**(3), 580-586 [cit. 2016-03-13]. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2005.02633.x. ISSN 1364-5072. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2005.02633.x>
- [25] HUTKINS, Robert W. *Microbiology and technology of fermented foods*. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2006. IFT Press series
- [26] MORENO, Juan. *Enological chemistry*. 1st ed. Waltham, MA: Academic Press, 2012. ISBN 0123884381
- [27] SHALABY, Ali R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*. Cairo, Egypt, 1997, **1997**(7), 675-690. DOI: 0963-9969/96
- [28] ADAMS, Martin a M. J. ROBERT. NOUT. *Fermentation and food safety*. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, 2001. ISBN 0834218437
- [29] JACKSON, Ron S. *Wine science: principles, practice, perception*. Fourth edition. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2014. ISBN 9780123814685
- [30] MANGANI, Silvia, Simona GUERRINI, Lisa GRANCHI a Massimo VINCENZINI. Putrescine Accumulation in Wine: Role of *Oenococcus oeni*. *Current Microbiology* [online]. 2005, **51**(1), 6-10 [cit. 2016-03-13]. DOI: 10.1007/s00284-004-4425-1. ISSN 0343-8651. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00284-004-4425-1>

- [31] DADÁKOVÁ, Eva, Martin KRŽÍŽEK a Tamara PELIKÁNOVÁ. Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food chemistry* [online]. 2009, (116): 365-370 [cit. 2015-09-30]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03088146>
- [32] KAROVIČOVÁ, J., KOHAJDOVÁ, Z. Biogenic Amines in Food. *Chemical papers* [online]. 2005, roč. 59, s. 70-79 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: http://www.chempap.org/file_access.php?file=591a70.pdf
- [33] ANLI, R.Ertan, Nilüfer VURAL, Semiramis YILMAZ a Ý.Halil VURAL. The determination of biogenic amines in Turkish red wines. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2004, roč. 17(1), s. 53-62 [cit. 2016-05-10]. DOI: 10.1016/S0889-1575(03)00104-2. ISSN 08891575. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157503001042>
- [34] KOMPRDA, Tomáš. *Obecná hygiena potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-757-X
- [35] *Informační centrum bezpečnosti potravin: Informační centrum Ministerstva zemědělství* [online]. Praha: RSS a Atom, 2011 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/biogenni-aminy-v-cervenem-vinu.aspx>
- [36] McCABE-SELLERS, B. J., STAGGS, C. G., BOGLE, M. L. Tyramine in foods and monoamine oxidase inhibitor drugs: A crossroad where medicine, nutrition, pharmacy, and food industry converge. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006, roč. 19, s. 58–65
- [37] JOANNA, Stadnik a Zbigniew J. DOLATOWSKI. BIOGENIC AMINES IN MEAT AND FERMENTED MEAT PRODUCTS. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. Lublin, 2010, roč. 9, s. 251-263
- [38] EVROPSKÁ UNIE. Nařízení Komise č. 2073/2005 ze dne 15 listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny (Text s významem pro EHP). *Úřední věstník Evropské unie*. 2005, svazek 48. ISSN: 1725-5074
- [39] STANDAROVÁ, E., I. BORKOVCOVÁ a L. VORLOVÁ. Obsah biogenních aminů v sýrech z české obchodní sítě. *Veterinářství* [online]. 2008, (58), 735-739 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://vetweb.cz/obsah-biogennich-aminu-v-syrech-z-ceske-obchodni-site/>

- [40] *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 298/1997* [online]. Česká republika, 1997 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=298&r=1997>
- [41] STEIDL, Robert. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Překlad Jiří Sedlo. Valtice: Národní vinařské centrum, 2010. ISBN 978-80-903201-9-2
- [42] PAVLOUŠEK, Pavel. *Výroba vína u malovinařů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3487-3
- [43] MARGALIT, Yair. *Concepts in wine technology: small winery operations*. Third edition. San Francisco: The Wine Appreciation Guild, 2012. ISBN 9781935879800
- [44] LIU, S.-Q. Malolactic fermentation in wine - beyond deacidification. *Journal of Applied Microbiology*. New Zealand, **2002**(92), s. 589-601
- [45] LANDETE, José M., Sergi FERRER, Lucía POLO a Isabel PARDO. Biogenic Amines in Wines from Three Spanish Regions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005, **53**(4), s. 1119-1124 [cit. 2016-04-18]. DOI: 10.1021/jf049340k. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf049340k>
- [46] TODOROV, Svetoslav Dimitrov a Bernadette Dora Gombossy De Melo FRANCO. Lactobacillus Plantarum: Characterization of the Species and Application in Food Production. *Food Reviews International*[online]. 2010, **26**(3), s. 205-229 [cit. 2016-03-28]. DOI: 10.1080/87559129.2010.484113. ISSN 8755-9129. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2010.484113>
- [47] KOŠMERL, Tatjana, Sanja ŠUČUR a Helena PROSEN. Biogenic amines in red wine: The impact of technological processing of grape and wine / BIOGENI AMINI V RDEČEM VINU. *Acta agriculturae Slovenica*[online]. 2013-01-1, **101**(2), - [cit. 2016-05-02]. DOI: 10.2478/acas-2013-0021. ISSN 1854-1941. Dostupné z: <http://aas.bf.uni-lj.si/september2013/09Košmerl.pdf>
- [48] JAY, James M. *Modern food microbiology*. 6th ed. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers, 2000. ISBN 083421671X

- [49] LANDETE, JosÃ© Ma, Isabel PARDO a Sergi FERRER. Histamine, histidine, and growth-phase mediated regulation of the histidine decarboxylase gene in lactic acid bacteria isolated from wine. *FEMS Microbiology Letters* [online]. 2006, **260**(1), 84-90 [cit. 2016-03-13]. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2006.00294.x. ISSN 03781097. Dostupné z: <http://femsle.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1111/j.1574-6968.2006.00294.x>
- [50] LUCAS, P.M., WOLKEN, W.A., CLAISSE, O., LOLKEMA, J.S., LONVAUD-FUNEL, A., 2005. Histamine-producing pathway encoded on an unstable plasmid in *Lactobacillus hilgardii* 0006. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 1417-1424
- [51] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011. In: . 2011, ročník 2011, L 304/18. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32011R1169>
- [52] EVROPSKÁ UNIE. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 606/2009 ze dne 10. července 2009, kterým se stanoví některá prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 479/2008, pokud jde o druhy výrobků z révy vinné, enologické postupy a omezení, která se na ně použijí. In: Úřední věstník Evropské unie, 2009, číslo 21. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32009R0606>
- [53] KONAKOVSKY, V., M. FOCKE, K. HOFFMANN-SOMMERGRUBER, R. SCHMID, O. SCHEINER, P. MOSER, R. JARISCH a W. HEMMER. Levels of histamine and other biogenic amines in high-quality red wines. *Food Additives & Contaminants: Part A* [online]. 2011, **28**(4), 408-416 [cit. 2016-04-16]. DOI: 10.1080/19440049.2010.551421. ISSN 1944-0049. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19440049.2010.551421>
- [54] Biogenní aminy v červeném vínu: Výskyt histaminu a jiných biogenních aminů v kvalitních červených vínech. *Informační centrum bezpečnosti potravin: Informační centrum Ministerstva zemědělství* [online]. Praha: 2011 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/biogenni-aminy-v-cervenem-vinu.aspx>

- [55] PRAMATEFTAKI, P.V., M. METAFA, S. KALLITHRAKA a P. LANARIDIS. Evolution of malolactic bacteria and biogenic amines during spontaneous malolactic fermentations in a Greek winery. *Letters in Applied Microbiology* [online]. 2006, **43**(2), 155-160 [cit. 2016-05-10]. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2006.01937.x. ISSN 0266-8254. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1472-765X.2006.01937.x>
- [56] ARENA, M.E. and MANCA de NADRA, M.C. (2001) Biogenic amine production by *Lactobacillus*. *J Appl Microbiol* 90, s. 158–162
- [57] NANNELLI, F., O. CLAISSE, E. GINDREAU, G. DE REVEL, A. LONVAUD-FUNEL a P.M. LUCAS. Determination of lactic acid bacteria producing biogenic amines in wine by quantitative PCR methods. *Letters in Applied Microbiology* [online]. 2008, **47**(6), 594-599 [cit. 2016-04-16]. DOI: 10.1111/j.1472-765X.2008.02472.x. ISSN 02668254. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1472-765X.2008.02472.x>
- [58] MACROBAL, A., M.C. POLO, Martín ÁLVAREZ a M.V. MORENO-ARRIBAS. Biogenic amine content of red Spanish wines: comparison of a direct ELISA and an HPLC method for the determination of histamine in wines. *Food research international*. Madrid, Spain, 2005(38), s. 387-394
- [59] LONVAUD-FUNEL, Aline. Biogenic amines in wines: role of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters* [online]. 2001, 199(1), 9-13 [cit. 2016-05-07]. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2001.tb10643.x. ISSN 03781097. Dostupné z: <http://femsle.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1111/j.1574-6968.2001.tb10643.x>
- [60] MACROBAL, Á. a P.J. MARTÍN-ÁLVAREZ. Formation of Biogenic Amines throughout Industrial Red Wine Manufacture. *Journal of food protection*. Madrid, Spain, 2005, (68), s. 157-164
- [61] SOUFLEROS, E., BARRIOS, M.-L., and BERTRAND, A. 1998. Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. *Am. J. Enol. Vitic.* 49:266–278
- [62] ADAMS, D. O. Accumulation of putrescine in grapevine leaves showing symptoms of potassium deficiency or spring fever. In: *Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine*; Rantz, J., Ed.: American Society for Enology and Viticulture: Davis, CA, 1991, s. 126-131

- [63] MAFRA, I., HERBERT, P., SANTOS, L., BARROS, P., and ALVES. A. Evaluation of Biogenic Amines in Some Portuguese Quality Wines by HPLC Fluorescence Detection of OPA Derivatives *Am. J. Enol. Vitic.* 1999, 50, s. 128-132
- [64] HERBERT, Paulo, Maria J. CABRITA, Nuno RATOLA, Olga LAUREANO a Arminda ALVES. Free amino acids and biogenic amines in wines and musts from the Alentejo region. Evolution of amines during alcoholic fermentation and relationship with variety, sub-region and vintage. *Journal of Food Engineering* [online]. 2005, **66**(3), 315-322 [cit. 2016-05-01]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.03.024. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877404001542>
- [65] SOUFLEROS, E. H., E. BOULOUMPASI, A. ZOTOU a Z. LOUKOU. Determination of biogenic amines in Greek wines by HPLC and ultraviolet detection after dansylation and examination of factors affecting their presence and concentration. *Food Chemistry* [online]. 2007, **101**(2), s. 704-716 [cit. 2016-05-03]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.02.028. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814606001427>
- [66] VEVERKA, Jaromír. *Biogenní aminy v hroznech révy vinné a ve víně*. Lednice, 2012. Disertační práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Marie Kyseláková, CSc.
- [67] BUŇKA, František et al. BIOGENIC AMINES CONTENT IN SELECTED WINES DURING WINEMAKING. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012,**4**(1), 785-793
- [68] ZHIJUN, Li, Wu YONGNING, Zhang GONG, Zhao YUNFENG a Xue CHANGHU. A survey of biogenic amines in chinese red wines. *Food Chemistry* [online]. 2007, **105**(4), 1530-1535 [cit. 2016-05-04]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.05.015. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607004566>
- [69] KVASNICHOVÁ, Alexandra. Aminy ve víně. In: *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2008 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/aminy-ve-vine.aspx>

- [70] RIBÉREAU-GAYON, Pascal., Denis DUBOURDIEU a Bernard. DONÈCHE. *Handbook of enology*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley, 2006. ISBN 0470010371
- [71] DUCASSE, Marie-Agnes, et al. Effect of macerating enzyme treatment on the polyphenol and polysaccharide composition of red wines. *Food Chemistry*. 2010, vol. 118, s. 369–376. ISSN 0308-8146
- [72] OZTURK, Burcu, Ertan ANLI a Jean-Marie AURAND. Different techniques for reducing alcohol levels in wine: A review. *BIO Web of Conferences* [online]. 2014, **3**, 02012- [cit. 2016-05-08]. DOI: 10.1051/bioconf/20140302012. ISSN 2117-4458. Dostupné z: <http://www.bioconferences.org/10.1051/bioconf/20140302012>
- [73] CARRASCOSA SANTIAGO, Alfonso V., Rosario. MUÑOZ a Ramón. GONZÁLEZ GARCIA. *Molecular wine microbiology*. Boston: Academic Press, 2011. ISBN 0123750210
- [74] *Vinařství: Chemické složení bobule* [online]. In: 2016 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/
- [75] PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, c2011. ISBN 978-80-247-3314-2
- [76] RUFFNER. Metabolism of tartaric and malic acids in Vitis: A review - Part A. *SCIENTIA VITIS ET VINI*. 1982, (21), 247-259
- [77] BUTZKE, Christian. Use of SO₂ in High-pH Wines: Sulfur dioxide dosage. *Purdue extension* [online]. 2010, **03/10**(FS-52-W) [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.ag.purdue.edu/extension>
- [78] STEVENSON, Tom. *Světová encyklopedie vín: unikátní průvodce víny celého světa*. Vyd. 3. V Praze: Knižní klub, 2001. ISBN 80-242-0619-6
- [79] BODMER, S., C. IMARK a M. KNEUBÜHL. Biogenic amines in foods: Histamine and food processing. *Inflammation Research* [online]. 1999, **48**(6), 296-300 [cit. 2016-05-07]. DOI: 10.1007/s000110050463. ISSN 1023-3830. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s000110050463>

- [80] SHALABY, Ali R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International* [online]. 1996, **29**(7), 675-690 [cit. 2016-05-10]. DOI: 10.1016/S0963-9969(96)00066-X. ISSN 09639969. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399699600066X>
- [81] KÖNIG, Helmut., Gottfried. UNDEN a Jürgen FRÖHLICH. *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine*. Berlin: Springer, c2009. ISBN 3540854622
- [82] *Joint FAO/WHO Expert Meeting on the Public Health Risks of Histamine and Other Biogenic Amines from Fish and Fishery Products* [online]. In: Itálie, 2012, s. 1-111 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/news_events/1_FAO-WHO_Expert_Meeting_Histamine.pdf
- [83] O'BYRNE, Paul. *Red wine and health*. New York: Nova Science Publishers, c2009. Food and beverage consumption and health series. ISBN 1606927183,
- [84] RUSSO, P. et al. Are consumers aware of the risks related to Biogenic Amines in food?. *Current Research*. 2010, s. 1087-1095
- [85] KALHOTKA, Libor. *Biogenní aminy* [online]. In: [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://is.muni.cz/el/1411/podzim2007/BVMI0322p/um/Biogenni_aminy_2007_MU.txt
- [86] VINO DOT TK S.R.O. *Vino.tk: Zpravodajství ze světa vína* [online]. 2015 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://vino.tk/5002/jak-hodnoti-moravsti-vinari-rocnik-2014/>
- [87] BENEDUCE, L., A. ROMANO, V. CAPOZZI, et al. Biogenic amine in wines. *Annals of Microbiology* [online]. 2010, **60**(4), 573-578 [cit. 2016-05-08]. DOI: 10.1007/s13213-010-0094-4. ISSN 1590-4261. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13213-010-0094-4>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BA	Biogenní aminy
BMK	Bakterie mléčného kvašení
CAD	Kadaverin
EU	Evropská unie
HIM	Histamin
HPLC	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
JMK	Jablečno-mléčné kvašení
PEA	Fenylethylamin
PUT	Putrescin
SPD	Spermidin
SPN	Spermin
TRM	Tryptamin
TYM	Tyramin
UV/VIS-DAD	Fotometrický detektor diodového pole

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Nejvýznamnější bílé moštové odrůdy vinařské oblasti Morava [14]</i>	13
<i>Obr. 2: Nejvýznamnější modré moštové odrůdy vinařské oblasti Morava [14]</i>	14
<i>Obr. 3: Chemická struktura biogenních aminů [21]</i>	17
<i>Obr. 4: Vznik histaminu dekarboxylací z histidinu [28]</i>	19
<i>Obr. 5: Průběh glykolýzy v buňce [41]</i>	25
<i>Obr. 6: Produkce histaminu v závislosti na stoupajícím pH po jablečno-mléčném kvašení [45]</i>	27

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd AU - MO.....	38
Tab. 2: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd MT - PA.....	39
Tab. 3: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd RB - RV	40
Tab. 4: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH u bílých odrůd SG - VZ	41
Tab. 5: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd AU - MO	42
Tab. 6: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd MT - PA	43
Tab. 7: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd RB – RV	44
Tab. 8: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH u bílých odrůd SG - VZ	45
Tab. 9: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), a pH u vzorků růžových vín	47
Tab. 10: Vyhodnocení BA kadaverinu (CAD), fenylethylaminu (PEA), sperminu (SPN) a pH u vzorků růžových vín	48
Tab. 11: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH v červených vínech AL – Směs FR, SV, MP.....	50
Tab. 12: Vyhodnocení BA histaminu (HIM), tyraminu (TYM), putrescinu (PUT), kadaverinu (CAD) a pH v červených vínech ME - ZW	51
Tab. 13: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH v červených vínech AL - Směs FR, SV, MP.....	52
Tab. 14: Vyhodnocení BA fenylethylamin (PEA), spermidin (SPD), spermin (SPN) a pH v červených vínech ME - ZW.....	53