

Mendelova univerzita v Brně  
Zahradnická fakulta v Lednici na Moravě  
Ústav vinohradnictví a vinařství

---



*Porovnání analytických a senzorních vlastností vín  
před a po sekundární fermentaci*

Disertační práce

**Lednice 2016**

Školitel:

prof. Ing. Pavel Pavloušek, Ph.D.

Vypracoval:

Ing. Kamil Prokeš

Mendel university in Brno  
Faculty of horticulture in Lednice na Moravě  
Department of viticulture and enology

---



*Comparison of the analytical and sensorial properties of wine  
before and after secondary fermentation*

PhD - Dissertation thesis

**Lednice 2016**

Supervisor:

prof. Ing. Pavel Pavloušek, Ph.D.

PhD - Student:

Ing. Kamil Prokeš

# ZADÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Zpracovatel :     **Ing. Kamil Prokeš**  
Studijní program:   Zahradnické inženýrství  
Obor:                Zahradnictví  
Název tématu:       **Porovnání analytických a senzorických vlastností vín před a po sekundární**  
Rozsah práce:     120 stran

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujete literární rešerši zaměřenou na autolýzu kvasinek u šumivých vín a také na látky, které autolýza ovlivňuje (aminokyseliny, fenolické, volatilní látky aj.)
2. Založte praktický pokus s různými cukernatostmi moštu, odrůdami, kvasinkami.
3. Proveďte laboratorní a senzorické zhodnocení různých variant základní suroviny pro výrobu šumivých vín.
4. Porovnejte a vhodnými statistickými metodami vyhodnoťte jejich vzájemné interakce.

Seznam odborné literatury:

1. REYNOLDS, A G. *Managing wine quality. : Oenology and wine quality. Volume 2..*
2. *American Journal of Enology and Viticulture.* ISSN 0002-9254.
3. JACKSON, R S. *Wine science : principles and applications..*
4. DELFINI, C. – FORMICA, J V. *Wine microbiology : science and technology..*
5. BAKKER, J. – CLARKE, R J. *Wine flavour chemistry..*
6. STEVENSON, T. *World encyclopedia of champagne & sparkling wine..*

Datum zadání disertační práce: září 2009

Termín odevzdání disertační práce: září 2012

L. S.

**Ing. Kamil Prokeš**  
Autor práce

**prof. Ing. Pavel Pavloušek, Ph.D.**  
Vedoucí práce

**doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

**prof. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.**  
Děkan ZF MENDELU

## Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem práci

### *Porovnání analytických a sensorických vlastností vín před a po sekundární fermentaci*

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:.....

.....

Podpis studenta

## **Poděkování:**

Rád bych poděkoval rodině, přátelům a především mé ženě Petře za vstřícnost, ochotu a podporu, kterou mi poskytli při zpracování této závěrečné práce. Můj dík patří také panu prof. Ing. Pavlu Pavlouškovi, Ph.D. za odborné vedení a za pomoc při zpracování této práce a kolegům za pomoc s analytickým stanovením, senzorickým hodnocením, se statistickým zpracováním a za mnoho cenných rad.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Literární přehled</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Technologie výroby šumivých vín</b> .....	<b>4</b>
3.1.1	Tradiční metoda kvašení v láhvi .....	4
<b>3.2</b>	<b>Autolýza kvasinek</b> .....	<b>5</b>
3.2.1	Proteolýza .....	6
3.2.2	Degradace buněčné stěny.....	6
3.2.3	Autolýza a šumivá vína.....	9
3.2.3.1	Autofagie a šumivá vína .....	12
3.2.4	Změny v zastoupení jednotlivých složek vína po autolýze kvasnic .....	12
<b>3.3</b>	<b>Aminokyseliny</b> .....	<b>13</b>
3.3.1	Aminokyseliny ve víně.....	14
3.3.2	Dusíkaté látky v šumivých vínech.....	16
3.3.2.1	Aminokyseliny .....	16
3.3.2.2	Aminokyseliny a vyšší alkoholy .....	17
3.3.2.3	Peptidy .....	18
3.3.2.4	Proteiny .....	18
3.3.3	Dusíkaté látky a zrání šumivých vín.....	19
3.3.3.1	Aminokyseliny .....	19
3.3.3.2	Proteiny .....	20
3.3.3.3	Peptidy .....	20
3.3.4	Vliv aminokyselin na kvalitu šumivého vína.....	21
3.3.4.1	Mechanismus Maillardovy reakce.....	22
<b>3.4</b>	<b>Fenolické látky</b> .....	<b>23</b>
3.4.1	Rozdělení fenolických sloučenin .....	24
3.4.2	Neflavonoidní látky .....	25
3.4.2.1	Hydroxyskořicové kyseliny .....	26
3.4.2.2	Hydroxybenzoové kyseliny .....	27
3.4.2.3	Stilbeny.....	27
3.4.3	Flavonoidní látky .....	28
3.4.3.1	Flavonoly .....	29

3.4.3.2	Antokyaniny .....	29
3.4.3.3	Katechiny (Flavan-3-oly).....	31
3.4.4	Fenolické látky a šumivá vína.....	32
3.4.4.1	Fixace polyfenolů u šumivých vín.....	34
3.4.4.2	Barevné změny během procesu zrání.....	35
<b>3.5</b>	<b>Volatilní látky a aroma .....</b>	<b>37</b>
3.5.1	Aromatické látky .....	37
3.5.2	Charakteristika volatilních látek.....	38
3.5.3	Primární aroma .....	39
3.5.3.1	Terpeny .....	40
3.5.3.2	Deriváty C13 norisoprenoidů .....	44
3.5.3.3	Pyraziny.....	46
3.5.3.4	Vonné thioly.....	47
3.5.3.5	Těkavé fenoly .....	47
3.5.4	Sekundární aroma.....	47
3.5.4.1	Aldehydy.....	48
3.5.4.2	Ketony .....	50
3.5.4.3	Alkoholy.....	51
3.5.4.4	Estery.....	54
3.5.4.5	Lactony.....	57
3.5.4.6	Kyseliny .....	58
3.5.4.7	Sloučeniny síry.....	59
3.5.4.8	Volatilní fenolické látky .....	61
3.5.5	Terciální aroma .....	62
3.5.5.1	Změny v koncentraci terpenů a vyšších alkoholů.....	63
3.5.5.2	Změny v koncentraci aldehydů .....	64
3.5.5.3	Změny v koncentraci esterů .....	65
3.5.5.4	Změny v koncentraci ostatních sloučenin .....	66
3.5.6	Volatilní látky a aroma šumivých vín.....	66
3.5.6.1	Složky aromatického profilu šumivých vín .....	66
3.5.6.2	Změny aroma během procesu zrání na kvasničných kalech .....	68
3.5.6.3	Vliv světla na aroma šumivého vína .....	72
<b>3.6</b>	<b>Polysacharidy.....</b>	<b>73</b>
<b>3.7</b>	<b>Lipidy.....</b>	<b>74</b>
<b>3.8</b>	<b>Nukleové kyseliny .....</b>	<b>75</b>



<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>77</b>
<b>4.1</b>	<b>Materiál.....</b>	<b>77</b>
4.1.1	Stanoviště.....	77
4.1.2	Schéma pokusu .....	77
4.1.3	Odrůdová skladba .....	78
4.1.3.1	Ryzlink rýnský .....	78
4.1.3.2	Rulandské bílé .....	79
4.1.3.3	Rulandské modré .....	80
4.1.3.4	Sauvignon .....	81
4.1.3.5	Tramín červený.....	82
4.1.4	Charakteristika ročníku .....	83
4.1.4.1	Ročník 2010.....	83
4.1.4.2	Ročník 2011.....	84
4.1.5	Varianty pokusu dle typu vína.....	85
4.1.6	Základní víno .....	85
4.1.7	Imobilizované kvasinky .....	85
4.1.8	Klasické kvasinky IOC 18 – 2007.....	86
<b>4.2</b>	<b>Metody - analytické hodnocení .....</b>	<b>87</b>
4.2.1	Analytické stanovení základních hodnot v moštu.....	87
4.2.1.1	Stanovení pH .....	87
4.2.1.2	Stanovení veškerých titrovatelných kyselin .....	88
4.2.1.3	Stanovení cukernatosti moštu refraktometrem .....	88
4.2.2	Stanovení základních analytických hodnot v základním víně .....	89
4.2.2.1	ALPHA Analyzátor vína .....	89
4.2.3	Chromatografie .....	90
4.2.4	Plynová chromatografie - GC .....	90
4.2.4.1	Stanovené volatilní látky .....	91
4.2.4.2	GC-MS stanovení jednotlivých volatilních sloučenin.....	91
<b>4.3</b>	<b>Kapalinová chromatografie – HPLC .....</b>	<b>92</b>
4.3.1	Stanovení obsahu volných aminokyselin a některých jejich derivátů.....	93
4.3.2	Stanovení fenolů .....	93
4.3.2.1	Chemikálie .....	93
<b>4.4</b>	<b>Spektrofotometrická stanovení .....</b>	<b>94</b>
4.4.1	Stanovení celkových flavanolů.....	94
4.4.2	Stanovení antiradikálové aktivity (Antiradical Activity; AAR) .....	94

4.4.3	HPLC stanovení jednotlivých fenolických sloučenin .....	95
<b>4.5</b>	<b>Senzorické hodnocení.....</b>	<b>96</b>
4.5.1	Systém pro hodnocení vín – ELWIS.....	96
4.5.2	Hodnocení stobodovou stupnicí dle OIV .....	97
4.5.2.1	Čírost .....	98
4.5.2.2	Barva .....	98
4.5.2.3	Perlení .....	99
4.5.2.4	Pozitivní intenzita vůně či chuti.....	99
4.5.2.5	Čistota vůně a chuti.....	99
4.5.2.6	Kvalita vůně či chuti .....	99
4.5.2.7	Perzistence .....	100
4.5.2.8	Celkový dojem nebo celkové zhodnocení .....	100
4.5.3	Profil mohutnosti a aromatický profil .....	100
<b>4.6</b>	<b>Statistické vyhodnocení.....</b>	<b>103</b>
4.6.1	Korelační koeficienty.....	103
<b>5</b>	<b>Výsledková část.....</b>	<b>105</b>
<b>5.1</b>	<b>Základní analytické hodnocení.....</b>	<b>105</b>
5.1.1	Základní analytické hodnoty stanovené v moštu.....	105
5.1.2	Základní analytické hodnoty stanovené v základním víně .....	106
<b>5.2</b>	<b>Senzorické hodnocení vín .....</b>	<b>107</b>
5.2.1	Bodové hodnocení vín stobodovou stupnicí.....	108
5.2.2	Bodové hodnocení dle jednotlivých kritérií stobodové stupnice.....	113
5.2.3	Profil mohutnosti vín .....	114
5.2.4	Aromatický profil vín.....	117
5.2.5	Závislost autolyzátového aroma na perlení .....	121
<b>5.3</b>	<b>Aminokyseliny .....</b>	<b>122</b>
5.3.1	Obsah jednotlivých aminokyselin .....	122
5.3.1.1	Porovnání obsahu aminokyselin dle před a po sekundární fermentaci.....	122
5.3.1.2	Porovnání obsahu aminokyselin dle typu vína.....	124
5.3.1.3	Porovnání obsahu aminokyselin dle cukernatosti moštu .....	125
5.3.1.4	Porovnání obsahu aminokyselin dle ročníku.....	126
5.3.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek .....	126
5.3.3	Aminokyseliny a jejich korelační závislost.....	127
5.3.4	Srovnání sensorického a analytického hodnocení vín - aminokyseliny .....	129

5.3.4.1	Hodnocení stobodovou stupnicí .....	129
5.3.4.2	Hodnocení profilu mohutnosti .....	130
5.3.4.3	Hodnocení aromatického profilu .....	131
<b>5.4</b>	<b>Fenolické látky .....</b>	<b>133</b>
5.4.1	Porovnání obsahu fenolických látek .....	133
5.4.1.1	Porovnání obsahu fenolických látek dle před a po sekundární fermentaci .....	135
5.4.1.2	Porovnání obsahu fenolických látek dle typu vína .....	135
5.4.1.3	Porovnání obsahu fenolických látek dle cukernatosti moštu .....	137
5.4.1.4	Porovnání obsahu fenolických látek dle ročníku .....	137
5.4.1.5	Porovnání obsahu fenolických látek dle odrůd .....	138
5.4.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na fenolické látky ....	139
5.4.3	Fenolické látky a jejich korelační závislost .....	139
5.4.4	Srovnání sensorického a analytického hodnocení vín – fenolické látky .....	140
5.4.4.1	Hodnocení stobodovou stupnicí .....	140
5.4.4.2	Hodnocení profilu mohutnosti .....	141
5.4.4.3	Hodnocení aromatického profilu .....	141
<b>5.5</b>	<b>Volatilní látky .....</b>	<b>143</b>
5.5.1	Porovnání obsahu volatilních látek .....	143
5.5.1.1	Porovnání volatilních látek před a po sekundární fermentaci .....	144
5.5.1.2	Porovnání volatilních látek dle typu vína .....	146
5.5.1.3	Porovnání obsahu volatilních látek dle cukernatosti moštu .....	147
5.5.1.4	Porovnání obsahu volatilních látek dle ročníku .....	149
5.5.1.5	Porovnání obsahu volatilních látek dle odrůd .....	150
5.5.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky .....	152
5.5.3	Volatilní látky a jejich korelační závislost .....	155
5.5.4	Srovnání sensorického a analytického hodnocení vín – volatilní látky .....	158
5.5.4.1	Hodnocení stobodovou stupnicí .....	158
5.5.4.2	Hodnocení profilu mohutnosti .....	161
5.5.4.3	Hodnocení aromatického profilu .....	164
<b>6</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>169</b>
<b>6.1</b>	<b>Aminokyseliny .....</b>	<b>169</b>
6.1.1	Obsah jednotlivých aminokyselin .....	169
6.1.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na aminokyseliny .....	170
6.1.3	Srovnání sensorického a analytického hodnocení v závislosti na aminokyselinách .....	170
<b>6.2</b>	<b>Fenolické látky .....</b>	<b>172</b>

6.2.1	Obsah jednotlivých fenolických látek.....	173
6.2.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na fenolické látky ....	174
6.2.3	Srovnání senzorického a analytického hodnocení fenolických látek .....	175
<b>6.3</b>	<b>Volatilní látky.....</b>	<b>177</b>
6.3.1	Obsah jednotlivých volatilních látek .....	177
6.3.2	Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky .....	181
6.3.3	Srovnání senzorického a analytického hodnocení volatilních látek.....	182
<b>6.4</b>	<b>Senzorické hodnocení.....</b>	<b>187</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>190</b>
<b>8</b>	<b>Souhrn .....</b>	<b>192</b>
<b>9</b>	<b>Summary .....</b>	<b>194</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>196</b>

## Seznam tabulek v textu

Tab. 1: Aminokyseliny v hroznech a víně [30].....	15
Tab. 2: Hlavní typy fenolových sloučenin [68] .....	25
Tab. 3: Deriváty hydroxyskořicových kyselin ve víně [20].....	26
Tab. 4. Deriváty hydroxybenzových kyselin ve víně [20] .....	27
Tab. 5: Aroma a jeho chemické složení charakteristické pro danou odrůdu [107].....	38
Tab. 6: Přehled základních aromatických terpenů [30] .....	43
Tab. 7: Přehled základních aromatických aldehydů [109] .....	50
Tab. 8: Přehled základních alkoholů [109].....	53
Tab. 9: Přehled základních esterů [109] .....	56
Tab. 10: Přehled některých aromatických lactonů [109].....	58
Tab. 11: Přehled vonných thiolů [130].....	61
Tab. 12: Zastoupení aldehydů v terciálním aroma [109] .....	64
Tab. 13: Sloučeniny přispívající k vůni šumivého vína [147].....	67
Tab. 14: Obsah volatilních látek před a po sek. fermentaci a jejich sensorický vjem [6] 69	
Tab. 15: Skupiny látek a jednotlivé sloučeniny stanovované u vzorků vín.....	91
Tab. 16: Degustační tabulka stobodového hodnocení pro šumivá vína [183].....	98
Tab. 17: Hodnoty korelace v absolutní hodnotě a interpretace míry závislosti.....	104
Tab. 18: Základní analytické hodnoty stanovené v moštu.....	105
Tab. 19: Základní analytické hodnoty stanovené v základním víně .....	106
Tab. 20: Korelační matice perlení a aromatický profil autolyzátové .....	121
Tab. 21: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle jednotlivých variant pokusu .....	123
Tab. 22: Korelační matice ročníku, sekundární fermentace a typu kvasinek s vybranými aminokyselinami .....	126
Tab. 23: Korelační matice závislostí jednotlivých aminokyselin - část I.....	127
Tab. 24: Korelační matice závislostí jednotlivých aminokyselin - část II. ....	128
Tab. 25: Korelační matice hodnocení stobodovou stupnicí s vybranými aminokyselinami .....	129
Tab. 26: Korelační matice znázorňující perlení v závislosti na použití imobilizovaných a klasických kvasinek .....	130
Tab. 27: Korelační matice profilu mohutnosti a aminokyselin arginin a lyzin .....	130

Tab. 28: Korelační matice profilu mohutnosti s kyselinou glutamovou, alaninem, valinem, prolinem.....	130
Tab. 29: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti moštu, sekundární fermentace a typu kvasinek na aromatický profil.....	131
Tab. 30: Korelační matice aromatického profilu a kyseliny beta-aminomáselné, kyseliny glutamové, alaninu, argininu a prolinu.....	132
Tab. 31: Korelační matice aromatického profilu autolyzátové a vybraných aminokyselin.....	133
Tab. 32: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek dle jednotlivých variant pokusu.....	133
Tab. 33: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na skupiny fenolických látek.....	139
Tab. 34: Korelační matice se vzájemnými závislostmi mezi fenolickými látkami.....	140
Tab. 35: Korelační matice závislosti hodnocení stobodovou stupnicí a obsahu fenolických látek.....	140
Tab. 36: Korelační matice závislosti profilu mohutnosti a fenolických látek.....	141
Tab. 37: Korelační matice závislosti aromatického profilu a fenolických látek.....	142
Tab. 38: Porovnání obsahu volatilních látek všech měřených vzorků a vín před a po sekundární fermentaci.....	143
Tab. 39: Porovnání průměrného obsahu volatilních látek dle typu vína a cukernatosti moštu.....	145
Tab. 40: Porovnání průměrného obsahu volatilních látek dle typu vína a cukernatosti moštu.....	148
Tab. 41: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky.....	153
Tab. 42: Korelační matice závislostí jednotlivých volatilních látek – část I. ....	155
Tab. 43: Korelační matice závislostí jednotlivých volatilních látek – část II. ....	156
Tab. 44: Korelační matice volatilních látek a hodnocení stobodovou stupnicí.....	158
Tab. 45: Korelační matice volatilních látek a profilu mohutnosti.....	162
Tab. 46: Korelační matice volatilních látek a aromatického profilu – část I.....	165
Tab. 47: Korelační matice volatilních látek a aromatického profilu – část II. ....	167
Tab. 48: Aminokyseliny a jejich možný sensorický projev [191].....	171

## Seznam grafů v textu

Graf 1: Schéma pokusu.....	78
Graf 2: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle cukernatosti moštu .....	108
Graf 3: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle cukernatosti a seskupeno dle typu vína .....	108
Graf 4: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle cukernatosti moštu.....	109
Graf 5: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci.....	110
Graf 6: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle imobilizované a klasické kvasinky.....	110
Graf 7: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína .....	111
Graf 8: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle ročníku vína .....	112
Graf 9: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle odrůdy .....	112
Graf 10: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle imobilizované a klasické kvasinky a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	113
Graf 11: Krabicový graf hodnocení perlení kategorizováno dle typu vína .....	114
Graf 12: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle ročníku a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	114
Graf 13: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle cukernatosti a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	115
Graf 14: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle hodnotících kritérií.....	116
Graf 15: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	116
Graf 16: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle ročníku a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	117
Graf 17: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle hodnotících kritérií.....	118

Graf 18: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	118
Graf 19: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle odrůd a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	119
Graf 20: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle cukernatosti moštu a seskupeno dle hodnotících kritérií .....	120
Graf 21: Krabicový graf hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle typu vína .....	120
Graf 22: Bodový graf s histogramy zobrazující závislost AP - autolyzátové proti perlení .....	121
Graf 23: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci.....	122
Graf 24: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin v základním víně, víně fermentovaném imobilizovanými kvasinkami a ve víně fermentovaném klasickými kvasinkami.....	124
Graf 25: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle cukernatosti moštu. ....	125
Graf 26: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle ročníku .....	126
Graf 27: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek ve vínech před a po sekundární fermentaci.....	135
Graf 28: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek v základním víně, víně fermentovaném imobilizovanými kvasinkami a ve víně fermentovaném klasickými kvasinkami.....	136
Graf 29: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle cukernatosti moštu.....	137
Graf 30: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle ročníku .....	137
Graf 31: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle odrůd.....	138
Graf 32: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno před a po sekundární fermentaci.....	144
Graf 33: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle typu vína .....	146



Graf 34: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle cukernatosti moštu .....	147
Graf 35: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle ročníku .....	149
Graf 36: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle odrůd, část I.....	150
Graf 37: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle odrůd část II.....	151

### **Seznam obrázků v textu**

Obr. 1: Schematické znázornění buněčné stěny kvasinek [9] .....	7
Obr. 2: Autolýza kvasinek a její produkty [13] .....	8
Obr. 3: Původ různých sloučenin uvolněných během autolýzy kvasinek a jejich prokázané nebo potenciální dopady na sekt [3].....	10
Obr. 4: Schematické znázornění morfologických a biochemických změn v kvasinkách v průběhu autolýzy u šumivého vína [3].....	11
Obr. 5: Resveratrol (3, 4', 5-trihydroxystilben) [64].....	28
Obr. 6: Nejrozšířenější flavanoly [64] .....	29
Obr. 7: Základní antokyanidiny [64] .....	30
Obr. 8: Flavan-3-oly (katechiny) [65] .....	31
Obr. 9: Enzymatická hydrolýza glykosidů terpenů [117].....	42
Obr. 10: Biotransformace terpenů kvasinkami [119].....	43
Obr. 11: Chemická struktura základních C13 norisoprenoidů [30] .....	44
Obr. 12: Strukturní vzorec pyrazinu [109] .....	46
Obr. 13: Syntéza vyšších alkoholů podle Ehrlicha [30].....	52
Obr. 14: Esterifikace alkoholu [30] .....	54
Obr. 15: Vznik $\gamma$ -butyrolactonu [30].....	58
Obr. 16: Uživatelské prostředí při hodnocení na systému ELWIS.....	97
Obr. 17: Hodnocení profilu mohutnosti.....	101
Obr. 18: Hodnocení aromatického profilu.....	102

# 1 ÚVOD

Víno patří k nejušlechtlejším nápojům, jaké má člověk možnost konzumovat a díky mnohasetletým zkušenostem také vyrábět. S vývojem civilizace se vyvíjela i výroba vín. Jedním z vrcholů vinařství je bezesporu šumivé víno, které v sobě snoubí lehkost, svěžest, ovocné aroma a jemný kvasný buket. To vše je završeno řetízky drobných bublinek, jež dotváří celkový dojem z tohoto nápoje. Je dobře rozpoznatelné od jiných typů vín podle silnostěnné lahve a typického korkového uzávěru ve tvaru hříbku, který je k hrdlu připevněn drátěným košíčkem - agrafovou.

Šumivé víno se začalo cíleně vyrábět v 17. století v Anglii a poté ve Francii, kde ho proslavil představený hautvillerského opatství, dom Pierre Perignon. Právě dom Perignon poslal 29. září 1694 jednomu ze svých zákazníků dopis, ve kterém uvedl: *„Pane, poslal jsem starostovi Quentinovi šestadvacet lahví nejlepšího vína na světě.“*

Champagne se brzy stalo velmi oblíbeným nápojem a rozšířilo se do ostatních částí světa. K nám se výroba šumivých vín dostala brzy po jejím objevení, ovšem zájem o ně vzrostl až koncem 19. století. Od té doby poptávka po tomto šumivém moku rok od roku roste.

Šumivé víno je vyráběno osvědčenými metodami a je výsledkem dokonalé souhry několika různých faktorů. Nejdůležitější je kvalitní surovina, správně zvolený technologický postup a také výběr vhodného kmene kvasinek. Velice záleží na kvalitě a optimální zralosti sklizených hroznů.

Ideální podmínky jsou v severnějších vinohradnických oblastech, mezi které se řadí například francouzská oblast Champagne, ale i Česká republika. Proto je možné i v našich podmínkách produkovat špičková šumivá vína, která jsou schopna dosahovat úspěchů na mezinárodních výstavách.

Převážná část vinic na našem území leží mezi 48. a 49. stupněm severní šířky. Vinice jsou situované zejména na jižní stranu mírně zvlněného terénu a půda obsahuje vysoké procento vápníku. Tím jsou vytvořeny podmínky pro výrobu vynikající základní

suroviny, která spolu s technologií a pěstovanými odrůdami tvoří základ charakterově vyhraněných českých a moravských vín.

Díky těmto podmínkám vzniká základní kvalitativní rozdíl mezi šumivými víny ze severnějších oblastí, do kterých patří i Česká republika, a víny z jižních oblastí s vysokým extraktem a nízkým obsahem kyselin a buketních látek. Vína naší oblasti se vyznačují svěžestí, lehkostí a vysokou harmoničností kyselin s ostatními látkami. Kromě biogenních prvků je důležitý obsah vápníku, který přispívá ke zjemnění chuti a harmoničnosti vína.

Právě sekundární fermentace s kvasinkami a následná autolýza těchto kvasinek hraje nepostradatelnou roli při výrobě šumivých vín. Až na malé rozdíly probíhají biochemické procesy velice podobně jako při výrobě tichých vín.

Samotné perlení šumivých vín je produktem sekundární fermentace, zatímco některé jedinečné sensorické vlastnosti šumivých vín jsou dány zráním vína v přítomnosti kvasnicových kalů. I když je výroba těchto vín nižší ve srovnání s tichými víny (4,4 milionů hektolitrů, což je 1,6 % z celkové produkce vína na světě), je ekonomický dopad pro enologický průmysl velmi důležitý, protože z ekonomického hlediska k relativně vysoké přidané hodnotě nejvíce přispívají šumivá vína (například v roce 2005, kdy prodeje u šumivého vína byly přibližně v hodnotě 2500 milionů eur). [1]

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem disertační práce je porovnat senzorické a analytické vlastnosti vín před a po sekundární fermentace a posoudit vliv výchozí suroviny na hlavní kvalitativní parametry šumivých vín s návrhem optimální kvality základního vína, které je základní surovinou pro výrobu šumivého vína pomocí sekundární fermentace v láhvi za pomoci imobilizovaných a klasických kvasinek.

Nejprve budou všechna vína hodnocena senzoričky. Senzorický vjem bude hodnocen stobodovou stupnicí a také pomocí profilu mohutnosti a aromatického profilu. Tato hodnocení budou srovnána na základě průměrných hodnot hodnocení podle kategorizačních kritérií – před a po sekundární fermentaci, podle typu vína (základní víno, vína vyrobená imobilizovanými kvasinkami a vína vyrobená klasickými kvasinkami), podle cukernatosti moštu (17, 19, 21 °NM), dle ročníku (2010 a 2011) a dle odrůdy Tramín červený (TČ), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Ryzlink rýnský (RR), Sauvignon (SG).

Dále budou vína podrobena analytickému stanovení. Pro tuto práci bude cílem stanovit aminokyseliny, volatilní a fenolické látky u základního vína, šumivého vína vyrobeného imobilizovanými a klasickými kvasinkami. Všechny tyto stanovené analytické hodnoty budou srovnány a zhodnoceny dle výše uvedených kategorizačních kritérií.

Hlavním cílem je mezi sebou porovnat a statisticky vyhodnotit vliv obsahu aminokyselin, volatilních a fenolických látek na hodnocení stobodovou stupnicí, profil mohutnosti a aromatický profil. Dle tohoto vzájemného porovnání analytického a senzoričky hodnocení analyzovat vliv aminokyselin, volatilních a fenolických látek na senzoričky projev a výslednou jakost šumivých vín.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Technologie výroby šumivých vín

Víno vykazující přetlak oxidu uhličitého může být vyrobeno různými technologiemi, ale ne všechny technologie vedou k výrobě šumivého nebo perlivého vína (dále je uváděno jen šumivé víno) pomocí sekundární fermentace.

Rozdělení šumivých vín podle způsobu výroby:

1. Sekundární fermentace (v láhvi nebo v tanku):
  - Méthode Champenoise (šampaňská metoda) neboli tradiční metoda
  - Transfer metod / metoda přenesení
  - Charmat metod / metoda kvašení v tanku
  - Kontinuální neboli ruský způsob
2. Pouze primární fermentace (sekundární fermentace neprobíhá a vzniklý oxid uhličitý pochází z primární fermentace):
  - Méthode Rural / historická metoda
  - Méthode Dioise / Asti Spumante metoda
3. Pouze dosycení vína pomocí exogenního oxidu uhličitého (primární fermentace bez jímání oxidu uhličitého; sekundární fermentace neprobíhá):
  - Metoda karbonizace [2]

#### 3.1.1 Tradiční metoda kvašení v láhvi

„Méthode Champenoise“ či „Méthode Traditionnelle“, tedy tradiční metoda, která se používá k výrobě Champagne (šumivých vín) zahrnuje několik různých kroků: prvním je alkoholové kvašení moštů vydaných z různých odrůd (Pinot noir, Pinot Meunier, Chardonnay), míchání několika různých základních tichých vín (assemblage), následně druhým krokem je fermentace v láhvi (sekundární fermentace). Sekundární fermentace trvá přibližně 6 týdnů; pak kvasinky umírají a usazují se na vnitřní straně láhve. Lahve se ukládají ke zrání na delší období (minimálně 9 měsíců v EU, v Champagne 15 měsíců), někdy až na 3 roky nebo i déle. Během tohoto

zrání na kalech vzniká velmi vyhledávaná "toastová chuť", která pochází z rozpadu mrtvých kvasinek. Kromě těchto změn ve vůni a chuti může víno získat krémovou texturu, což je chuťově velmi příjemný pocit na patře. Čím déle šumivé víno zraje, tím bohatší chuť má. Nejlepší a nejdražší sekty zrají 5 a více let. Většina komerčních stylů šumivých vín zůstává na kalech přibližně 1-3 roky. Autolýza kvasinek v šumivých vínech začíná 2 až 4 měsíce po ukončení druhého kvašení. [3, 4] Některé zdroje uvádějí, že autolýza kvasinek začíná teprve po třech až devíti měsících. Doba před zahájením autolýzy se značně liší v závislosti na základním složení vína a kmenu kvasinek. [5]

Právě díky sekundární fermentaci v láhvi a následné autolýze vznikají velká šumivá vína. Čím déle leží víno na kalech, tím sofistikovanější vlastnosti lze u něj očekávat. To je také příčina úžasně komplikovaných šumivých vín, která byla na kalech mimořádně dlouho. Procesem autolýzy kvasničných kalů jsou zásadně ovlivněny organoleptické vlastnosti šumivých vín.

### **3.2 Autolýza kvasinek**

Při dlouhodobějším kontaktu kalů s vínem nastane autolýza kvasnic, která vede k uvolnění mnoha látek majících velký vliv na stabilitu a na sensorické vlastnosti vín. Z organoleptického hlediska několik studií ukazuje, že zrání vína na vinných kalech obecně vedlo k dobře vyváženému a hladkému vínu a ke změně aromatické intenzity vín. Autolýza probíhá na konci stacionární fáze růstu a je obvykle spojena s buněčnou smrtí. [3]

U vín dochází k autolýze během skladování na kalech, a to s periodickým mícháním (batonnage) nebo bez něj. U vín jsou podmínky při autolytickém procesu ne úplně příznivé – nízké pH (3,0 - 3,5) a nízká teplota (často méně než 15 °C). Tyto podmínky jsou velmi odlišné od optimálních podmínek pro autolýzu (pH 5,0 a teplota 45 °C). Pokles autolytického procesu je kompenzován délkou doby zrání vína na kalech v řádu několika měsíců nebo let. Autolýza za kyselých podmínek může probíhat v rámci dvou kategorií: proteolýzy a degradací buněčné stěny. [6]

### 3.2.1 *Proteolýza*

Kvasinková buňka obsahuje širokou řadu hydrolytických enzymů a enzymů zapojených do autolýzy, z nichž byly nejvíce studovány proteázy. Za použití specifických inhibitorů proteázy se ukázalo, že proteáza byla hlavním enzymem zapojeným do proteolýzy v průběhu autolýzy, což vedlo k uvolnění 85 % celkového dusíku. Tento enzym je endopeptidáza, která produkuje vysoký poměr peptidů. [7]

Z biochemického hlediska se autolýza skládá z pěti fází:

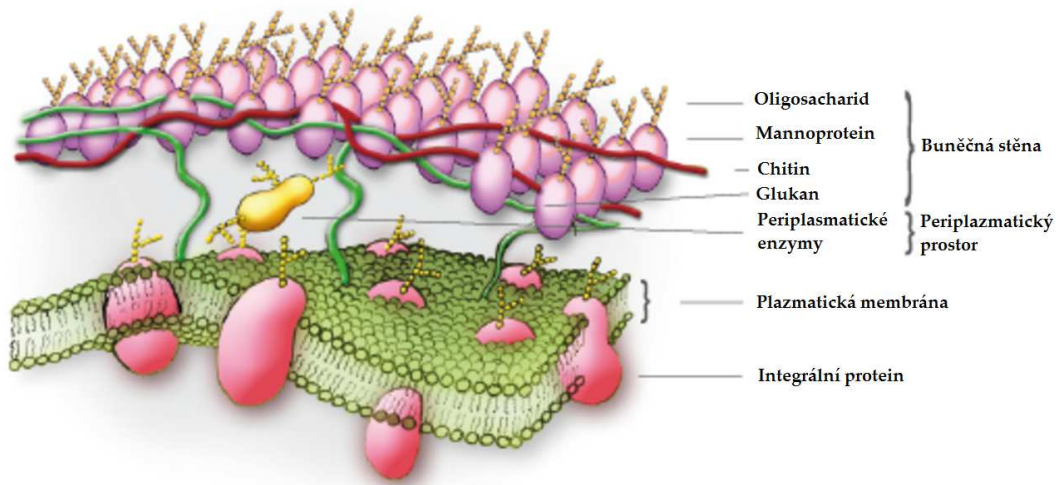
- Rozložení membránového systému buňky (např. lysozomy, cytoplazmatickou membránu a další organely), které umožňuje uvolňování hydrolytických enzymů v cytoplazmě.
  - Inaktivace specifických inhibitorů těchto enzymů působením proteáz nebo alternativně proteolytická aktivace těchto enzymů.
  - Enzymatická degradace intracelulárních makromolekul, což vede k nahromadění produktů degradace v prostoru, který je omezen buněčnou stěnou.
  - Zvýšení poréznosti buněčné stěny, což umožňuje uvolňování autolytických produktů do extracelulárního prostředí.
  - Další autolytické degradace látek v extracelulárním prostředí enzymy kvasinek.
- [3, 6]

### 3.2.2 *Degradace buněčné stěny*

Důležitým fenoménem při zrání vína na kvasnicích je buněčná stěna kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. Buněčné stěny *Saccharomyces cerevisiae* mají elastickou strukturu, která poskytuje osmotickou a fyzickou ochranu a určuje tvar buňky. Vnitřní vrstva stěny je z velké části zodpovědná za mechanickou pevnost stěny a také poskytuje připojovací místa pro proteiny, které tvoří vnější vrstvy stěny. [8]

Buněčná stěna *S. cerevisiae* se skládá, jak ukazuje Obr. 1, z vnější vrstvy mannoproteinů. Tyto mannoproteiny jsou spojeny s matrix amorfních beta-1,3-glukanů, které pokrývají vnitřní vrstvu vláknitých beta-1,3-glukanů. Vnitřní vrstva

je spojena s malým množstvím chitinu. Beta-1,6-glukany fungují pravděpodobně jako pojivo těchto dvou vrstev. Obsah glukanu se zvyšuje s rostoucím množstvím cukrů v moštu. [3]



Obr. 1: Schematické znázornění buněčné stěny kvasinek [9]

Proteiny buněčné stěny mohou být:

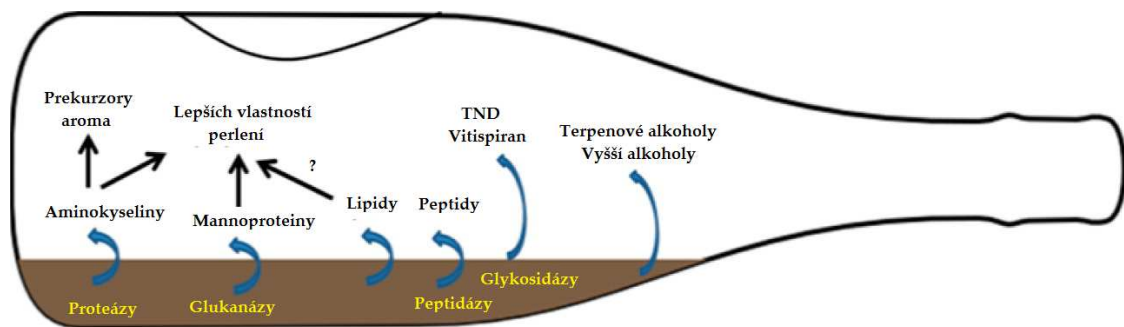
- volně spojeny buď nekovalentně, nebo prostřednictvím disulfidových můstků s jinými složkami buněčné stěny,
- navázány kovalentně navázány na  $\beta$ -1,3-glukan:
- navázány přímo přes alkalicky citlivou vazbu
- nepřímo pomocí  $\beta$ -1,6-glukanového zbytku
- kovalentně ukotveny k chitinu pomocí  $\beta$ -1,6-glukanového zbytku prostřednictvím glykosylfosfatidylinositol zbytků.

U *Saccharomyces cerevisiae* tvoří buněčná stěna 15 až 30% suché hmotnosti buňky. Buněčné stěny *S. cerevisiae* se skládají hlavně z glukanu (s  $\beta$ -1,3 a  $\beta$ -1,6 vazbami), chitinu a proteinu, jež jsou vzájemně spojeny kovalentními a nekovalentními vazbami.  $\beta$ -1,3-glukan, jenž je hlavní součástí buněčné stěny, tvoří pružnou mikrofibrilární polysacharidovou kostru obklopující buňku, do které jsou další stěnové prvky kovalentně ukotveny. Chitin je často zesíťovaný s  $\beta$ -1,3-glukanem mikrofibrilární páteří na jeho vnitřní straně a v menší míře na krátkých postranních řetězcích s  $\beta$ -1,6-glukanem. [10]



Exo- $\beta$ -1,3 a endo- $\beta$ -1,3 glukanázové aktivity byly zjištěny v periplazmatických a stěnových frakcích *S. cerevisiae*. Žádná mannanázová aktivita nebyla zjištěna v extraktech *S. cerevisiae*. To je v souladu se zjištěním, že manan spíše než manóza se uvolňuje jako hlavní produkt v průběhu autolýzy buněčných stěn *S. cerevisiae*. [11, 12]

Glukany tvoří asi 60 % sušiny buněčné stěny *S. cerevisiae*. Mannoproteiny tvoří 25 – 50 % buněčné stěny *S. cerevisiae*. Chitin je lineární polymer N-acetylglukosaminu a v buněčné stěně kvasinek *S. cerevisiae* se vyskytuje asi v 1 - 2 %. Buněčná stěna obsahuje také endo- a exo-beta-glukanázu, která je zapojená do její autolýzy během zrání vína na kalech. Různé druhy kvasinek uvolňují do vína během zrání na kalech rozdílná množství polysacharidů a tím i mannoproteinů. Uvolněné množství se může lišit až desetinásobně. [6]



Obr. 2: Autolýza kvasinek a její produkty [13]

Autolýza je proces, při kterém dochází především činností enzymů k uvolňování určitých látek z rozkládajících se buněk kvasinek. Jak ukazuje Obr. 2, jedná se o uvolňování proteinů, mannoproteinů, peptidů, nukleových kyselin, aminokyselin, nukleotidů a nukleosidů, volných mastných kyselin a těkavých sloučenin. Během ní je buněčná stěna degradována, a to ve třech krocích.

- V první fázi jsou glukany hydrolyzovány glukanázou, čímž jsou uvolněny mannoproteiny.
- Ve druhém kroku jsou glukany hydrolyzovány rozpustnou glukanázou.

- Ve třetím kroku jsou mannoproteiny hydrolyzovány proteázou dostupnou z proteolýzy. Během proteolýzy buněčné stěny jsou uvolněny též peptidy a nukleové kyseliny. [3, 14]

Díky probíhající autolýze dochází po ukončení fermentace k uvolňování jednoduchých dusíkatých sloučenin. Další potřebné živiny se uvolňují rozložením mannoproteinů bakteriální beta-glukosidázou. Uvolnění polysacharidů se liší podle kmene kvasinek, fyziologického stavu kvasnic, teploty a doby trvání skladování na kalech. [15, 16]

### ***3.2.3 Autolýza a šumivá vína***

Právě sekundární fermentace s kvasinkami a následná autolýza těchto kvasinek hraje nepostradatelnou roli při výrobě šumivých vín. Až na malé rozdíly probíhají biochemické procesy velice podobně jako při výrobě tichých vín. Vlastní transport živin je ovlivněn stářím kvasinkové kultury a na něm závisí vnitrobuněčné zastoupení aminokyselin, aktivita klíčových enzymů a tvorba důležitých látek pro zajištění růstu. [3]

Při výrobě šumivých vín tradiční metodou probíhá autolýza za velmi specifických podmínek. Hodnota pH se pohybuje v rozmezí 3 až 3,5 a teplota je obecně nízká, mezi 10 a 15 °C, koncentrace etanolu je kolem 11 – 12 % a tlak CO<sub>2</sub> je vysoký. Tyto podmínky jsou velmi odlišné od optimálních podmínek popsanych pro autolýzu a jsou zodpovědné za dlouhou dobu trvání autolytického procesu. [17]

Kontakt s kvasinkami v průběhu zrání trvá minimálně 9 měsíců, ale může pokračovat po dobu 3 let a více, v závislosti na požadovaných vlastnostech vína. Pro tvorbu bublin a stabilitu pěny je optimální doba dozrávání asi 18 měsíců. Tyto vlastnosti se zobrazují hlavně v korelaci s hromaděním polysacharidů. Další zrání může vést k hydrolyze polysacharidů. [18]

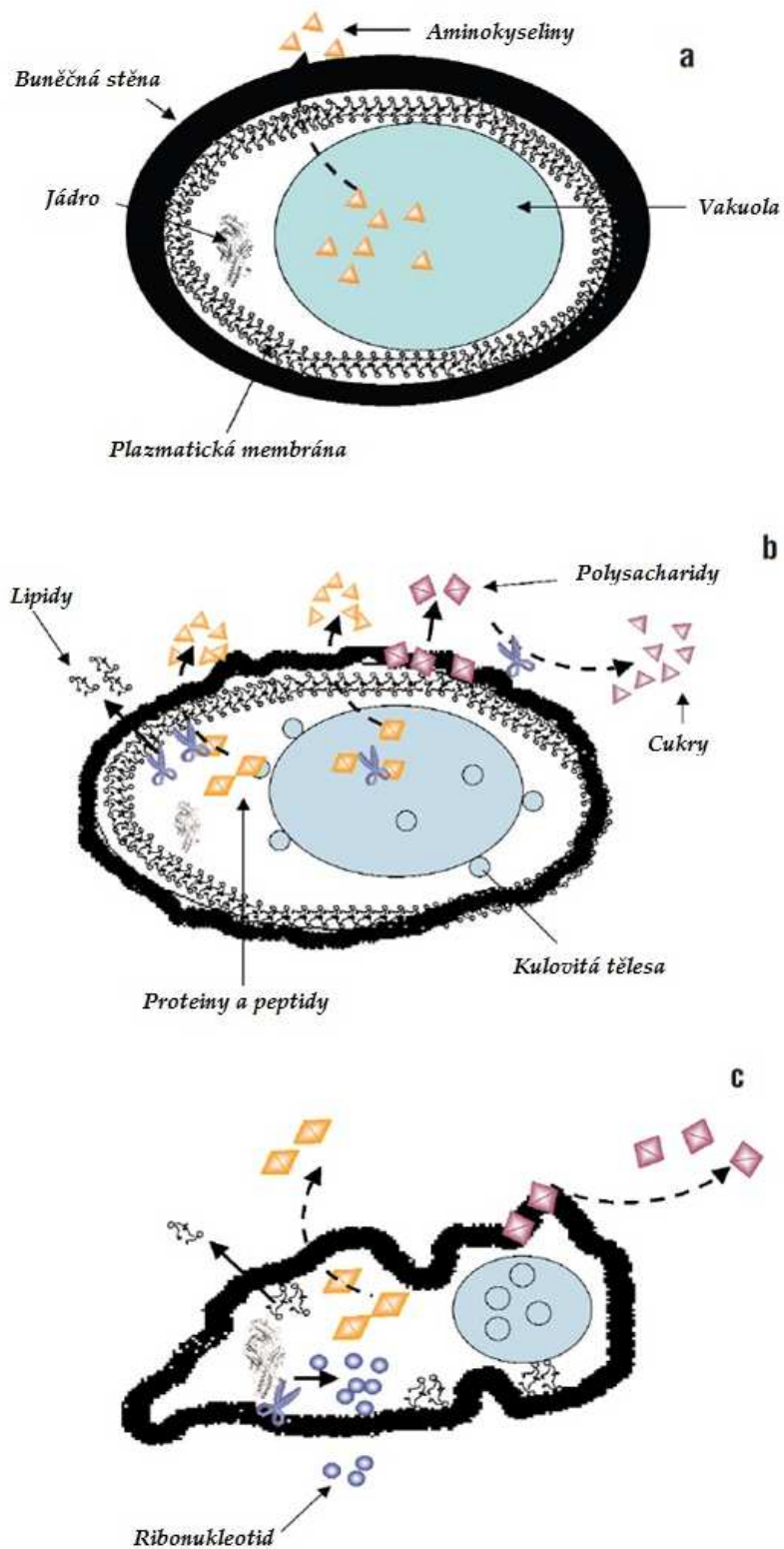
Je třeba poznamenat, že kvalitu a množství kvasinek v autolyzátu ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi důležité faktory patří kvasinkový kmen, jeho populace a podmínky růstu, skladovací teplota, obsah etanolu, pH vína a délka trvání kontaktu s kvasinkami. Jak již bylo zmíněno, jedná se o uvolňování proteinů, mannoproteinů, peptidů,

nukleových kyselin, aminokyselin, nukleotidů a nukleosidů, volných mastných kyselin a těkavých sloučenin. Tyto a ostatní složky autolyzátu hrají důležitou roli u aroma a kvality šumivého vína, což ukazuje Obr. 3. [3]

Ležení vína na kalech podporuje uvolňování vázaných aromatických sloučenin vznikajících reakcí s cukry během dozrávání hroznů. Aromatické látky se díky této vazbě dostávají do netěkavé formy. Enzymy uvolněné při autolýze buněčných stěn kvasinek hydrolyzují tyto glykosidy a aromatické látky dostávají těkavou formu. Častým záměrem aplikace zrání vína na kalech je zvýšení jeho plnosti a vylepšení struktury. Toho je docíleno uvolněním polysacharidů, nukleových kyselin a aminokyselin z buněk kvasinek. Dochází tak ke snížení tříslovitosti vína, jeho zakulacení a prodloužení celkové perzistence s komplexnějším aroma. Jev je umocněn častým mícháním kalů, kdy je uvolňováno více polysacharidů a mannoproteinů. [3, 9]

Původ	Typ sloučeniny	Dokázané nebo možné dopady na šumivé víno
Buněčný obsah	Nukleosidy Nukleotidy	Chutňová látka
	Aminokyseliny Peptidy Proteiny	Prekurzory aroma Kvalita pěny Sladká a nahořklá chuť
	Proteiny	Sladká a nahořklá chuť Kvalita pěny
	Lipidy	Kvalita pěny
Buněčná stěna	Glukany	Kvalita pěny
	Mannoproteiny	Zvýšení plnosti chuti

Obr. 3: Původ různých sloučenin uvolněných během autolýzy kvasinek a jejich prokázané nebo potenciální dopady na sekt [3]



Obr. 4: Schematické znázornění morfologických a biochemických změn v kvasinkách v průběhu autolýzy u šumivého vína [3]

Ihned po sekundární fermentaci (a), mezi 3 a 6 měsíci (b) a mezi 9 a 12 měsíci (c).

### **3.2.3.1 Autofagie a šumivá vína**

Bylo prokázáno, že autofagie může hrát roli při uvolňování látek z kvasinek v šumivých vínech během sekundární fermentace. Autofagie je všudypřítomný proces v eukaryotických buňkách, který zahrnuje hromadnou degradaci cytoplasmy a organel ve vakuolách nebo lysozomu. U *S. cerevisiae* se proces autofagie spouští při podmínkách hladovění a je považován za adaptivní odpověď, která umožňuje přežití buněk v důsledku recyklace stavebních bloků. [17]

Autofagie je samodegradativní proces, který je důležitý pro vyvážení zdrojů energie v kritických časech ve vývoji a v reakci na stres živin. Autofagie také hraje roli při odstraňování a úklidu špatně složených nebo akumulovaných proteinů, odstraňování poškozených organel jako jsou mitochondrie, endoplazmatického retikula a peroxisomů, stejně jako odstranění intracelulárních patogenů. Proto je autofagie obecně chápána jako mechanismus přežití. [19]

Strukturální pozorování odhalila, že kvasinkové buňky v procesu kvašení jsou podlouhlé, vejčité a představují velkou vakuolu obsahující řadu kulových těles, která se nachází zejména na okrajích vakuoly. Nicméně po procesu autolýzy je objem buněk mnohem menší vzhledem k solubilizaci cytoplasmatického obsahu. Pozorování buněk, které zrály s vínem po dobu 12 měsíců, ukazuje přítomnost více sférických těles. Tyto kulové orgány (Obr. 4) mohou být považovány za meziprodukty při procesu autofagie. [20]

### **3.2.4 Změny v zastoupení jednotlivých složek vína po autolýze kvasnic**

Během autolýzy kvasničních kalů dochází ke změně, tedy k nárůstu či poklesu nebo k tvorbě nových složek či fixaci již zastoupených složek v šumivém víně. Tyto jednotlivé frakce po autolýze kvasničních kalů zásadně ovlivňují organoleptický vjem šumivých vín. Mezi sloučeniny, které jsou ovlivněny během autolýzy, patří:

- Aminokyseliny a dusíkaté sloučeniny
- Polyfenoly (jejich fixace)
- Těkavé (volatilní) látky
- Polysacharidy
- Nukleové kyseliny
- Lipidy

### 3.3 Aminokyseliny

Aminokyseliny jsou většinou bezbarvé krystalické látky dobře rozpustné ve vodě. Molekuly aminokyselin obsahují jednu kyselou karboxylovou skupinu COOH a jednu bazickou skupinu NH<sub>2</sub>. [21] Při určité hodnotě pH, kterou označujeme jako isoelektrický bod, se hodnoty kladného a záporného náboje v molekule aminokyseliny vyrovnají. Výsledkem je nulový náboj molekuly. Isoelektrický bod u neutrálních aminokyselin se pohybuje v rozmezí pH 4,8 až 6,3. U kyselých aminodikarboxylových kyselin při pH 2,7 až 3,2 a u bazických diaminokarboxylových kyselin při pH 7,6 až 10,8. V isoelektrickém bodě má aminokyselina nejmenší rozpustnost ve vodě. [22]

Aminokyseliny se v přírodě nacházejí volné nebo vázané. Např. v kvasnicích  $\alpha$  – alanin se nalézá jako volný, vázané jsou zejména jako základní stavební kameny peptidů nebo bílkovin. Aminokyseliny jsou běžnými součástmi živočišné tkáně a rostlinných pletiv. Aminokyseliny mají molekulární hmotnost pod 200 g.mol<sup>-1</sup> a ve víně a moštu jich bylo identifikováno 32. Aminokyseliny přispívají k acidobazické vyrovnávací kapacitě (pufrovací kapacitě) moštu a vína. Tyto sloučeniny jsou velmi užitečné vzhledem ke svým antioxidačním, antimikrobiálním, emulgačním a povrchově aktivním vlastnostem. [22-24]

Aminokyseliny se rozdělují podle několika hledisek. Prvním kritériem je rozdělení na aminokyseliny kódované a nekódované (nestandardní). Kódované aminokyseliny jsou buď vázané, zabudované do molekul proteinů podle genetického kódu uchovávaného v DNA, nebo volné, které tvoří aminokyselinovou hotovost, tzv. pool. Nekódované aminokyseliny jsou často jednoduché deriváty základních dvaceti aminokyselin, jiné mají neobvyklou strukturu. Bývají důležitými složkami biologicky aktivních polypeptidů, jsou např. nervovými mediátory nebo meziprodukty různých metabolických pochodů. Biologický význam většiny nestandardních aminokyselin není přesně znám, ale jejich toxicita svědčí o jejich roli v ochraně organismu. [25]

Mikrobiální katabolismus aminokyselin produkuje chuťové látky důležité pro potraviny jako je sýr, víno a fermentované uzeniny. Aminokyseliny s rozvětveným

řetězcem (leucin, izoleucin, valin) se převedou na sloučeniny, které přispívají k příchutím jako je slad, ovocnost nebo pot, katabolismus aromatických aminokyselin (fenylalanin, tyrosin, tryptofan) produkuje květinové, chemické nebo fekální vůně; asparagová kyselina je katabolizována do máslových chutí a sirnaté aminokyseliny (metionin, cystein) jsou převedeny na sloučeniny, které přispívají k aromátům vařeného zelí, masitých a česnekových vůní a chutí. [26]

### **3.3.1 Aminokyseliny ve víně**

V bobulích révy vinné se může dusík vyskytovat v anorganické a organické formě. Hlavními dusíkatými sloučeninami bývají aminokyseliny, bílkoviny a sloučeniny obsahující dusík v amonné formě. Složení a obsah dusíkatých látek přímo působí na kvalitu vína – mají vliv na činnost kvasinek a tvorbu aromatických látek ve víně. Aminokyseliny jsou důležitými prekurzory aromatických látek; profil aminokyselin podmiňuje vůni vína, zejména u aromaticky neutrálních odrůd. Množství dusíkatých látek v hroznech ovlivňuje odrůda, podnož, ročník, ošetřování vinice, napadení houbovými chorobami, hnojení a ošetřování půdy ve vinici. Minimální hodnota asimilovatelného dusíku pro úspěšné kvašení moštů činí 150 – 200 mg·l<sup>-1</sup>. [27]

Aminokyseliny ve víně jsou volné nebo vázané ve formě peptidů a proteinů (při kvašení také ve stěnách kvasničných buněk). Primárně pochází z hroznů (nejvíce je jich obsaženo ve slupkách) a vznikají i při autolýze kvasinek. Z celkového obsahu dusíkatých látek v moštu, který kolísá od 305 do 1600 mg·l<sup>-1</sup>, připadá na aminokyseliny od 170 do 1 120 mg·l<sup>-1</sup>. Obsah a diverzita aminokyselin jsou závislé na klimatických faktorech, odrůdě, typu a způsobu vinifikace, což jsou faktory často určující množství dusíkatých sloučenin ve víně. [21, 28, 29]

V tabulce (Tab. 1) jsou uvedeny aminokyseliny, které byly stanoveny v hroznech a víně včetně strukturního vzorce.

Tab. 1: Aminokyseliny v hroznech a víně [30]

Aminokyselina	Strukturní vzorec	Aminokyselina	Strukturní vzorec
Alanin		Lyzin	
Arginin		Methionin	
Asparagová kyselina		Ornitin	
Asparagin		Fenylalanin	
Citrulin		Prolin	
Cystein		Hydroxyprolin	
Glutamová kyselina		Serin	
Glutamin		Treonin	
Glycin		Tryptofan	
Histidin		Tyrosin	
Isoleucin		Valin	
Leucin			

Některé aminokyseliny se při kvašení spotřebují úplně (arginin, fenylalanin a histidin). Aminokyseliny jako kyselina glutamová, leucin, izoleucin, valin, serin, lyzin, tyrosin a tryptofan se sice při kvašení spotřebují, ale při autolýze kvasinek jejich obsah stoupne



na vyšší, než byl v původním moště. Obsah kyseliny asparágové a glutamové je v moště velmi vysoký a kvašením klesá. Zajímavé je, že vína vyrobená v atmosféře CO<sub>2</sub> v porovnání s víny vyrobenými za běžných podmínek vykazují menší obsahy kyseliny asparágové, serinu, alaninu, valinu, tyrozinu, lyzinu a histidinu a podstatně více treoninu. [13, 20, 31]

Hlavními zástupci aminokyselin ve víně jsou prolin, arginin a glutamin, které spolu tvoří asi 80 % všech aminokyselin vína. Nejvíce se vyskytuje prolin, přičemž se jeho množství zvyšuje v průběhu dozrávání hroznů. Kvasinky ho neasimilují bez přítomnosti kyslíku. Naopak sírné aminokyseliny jako cystin nebo cystein se vyskytují ve velmi malém množství, a proto se obtížněji stanovují. [30, 32]

Aminokyseliny jsou velmi důležitými prekurzory „aromatických esterů“ a velmi výrazně ovlivňují aromatické tóny bílých a růžových vín. Velmi důležitá je také přeměna aminokyselin na vyšší alkoholy.

Existují aminokyseliny, které mohou způsobovat hořkou chuť vína (leucin, izoleucin, fenylalanin, tyrosin a tryptofan), sladkou chuť (glycin, alanin, treonin a prolin) anebo také kyselou chuť (kyseliny asparagová a glutamová). [21]

### ***3.3.2 Dusíkaté látky v šumivých vínech***

#### ***3.3.2.1 Aminokyseliny***

U vín Champagne bylo identifikováno následujících 23 aminokyselin: alanin, arginin, asparagin, kyselina asparagová, beta-alanin, citrulin, cystein, kyselina gamaaminomáselná, kyselina glutamová, glutamin, glycin, histidin, leucin, izoleucin, lyzin, metionin, ornitin, fenylalanin, prolin, serin, treonin, tyrozin a valin. [33, 34]

Aminokyseliny jsou prekurzory širokého spektra aromatických látek (vyšších alkoholů a následně také esterů). Většina studií provedených na transformacích, které se konají v průběhu zrání šumivých vín vypracovaných tradiční metodou, se zaměřila na analýzu sloučenin uvolněných kvasinkami do vína. Mezi nimi byly dusíkaté sloučeniny považovány za nejlepší ukazatele proteolytické aktivity kvasinek. [35, 36]

Zvýšená koncentrace rozkladných produktů proteinů, jako jsou aminokyseliny, byla obvykle považována za charakteristickou pro autolýzu kvasinek. Jak již bylo zmíněno dříve, zvýšení obsahu aminokyselin ve víně může nastat i v nepřítomnosti autolytického procesu. V průběhu sekundárního kvašení v lahvi využijí kvasinky aminokyseliny přítomné ve víně. Po skončení sekundární fermentace, kdy jsou všechny cukry spotřebovány, kvasinky uvolňují aminokyseliny zpět do vína. Tento pohyb aminokyselin z intracelulárního do okolního prostředí probíhá pasivně a v konečném důsledku se zvýší koncentrace aminokyselin ve víně. Tato koncentrace aminokyselin zůstává ve víně relativně stabilní, obvykle po dobu 3-4 měsíců. Po této době se znovu koncentrace aminokyselin ve víně začíná zvyšovat. Tento nárůst je přičítán autolytickému procesu, kdy jsou buněčné proteiny degradovány, solubilizovány a přecházejí do vína. S pokračováním autolytického procesu se víno stává bohatší na obsah aminokyselin. Některé z těchto aminokyselin podstoupí transformaci v důsledku dekarboxylace a deaminace. Nejen aminokyseliny, ale i jiné dusíkaté sloučeniny jsou získávány v průběhu autolýzy - polypeptidy, peptidy a nukleové kyseliny. [3, 4]

### ***3.3.2.2 Aminokyseliny a vyšší alkoholy***

Velmi důležitá je také přeměna aminokyselin na vyšší alkoholy, o kterých je známo, že jsou hlavní složkou sekundárního aroma vína. Bylo zjištěno, že vyšší alkoholy nevznikají z cukru kvašením jako etanol, ale že jsou štěpnými produkty aminokyselin, které se v průběhu fermentace opět deaminují, přičemž uvolněný  $\text{NH}_3$  je využíván na výstavbu kvasinek. Při tomto metabolickém procesu vznikají jednosytné víceuhlíkaté alkoholy za současného uvolňování oxidu uhličitého. Koncentrace vyšších alkoholů ve víně je determinována množstvím dusíku v moštu, čímž se vysvětluje důležitost obsahu aminokyselin v moštu ve spojení s tvorbou vyšších alkoholů. Při experimentech s aminokyselinami bylo dokázáno, že hlavní vliv na tvorbu vyšších alkoholů vína má právě zdroj aminokyselin pro kvasinky. Tento faktor je dokonce důležitější než použitý kmen kvasinek. Je tedy zřejmé, že druh a koncentrace aminokyselin v hroznovém moštu jsou s ohledem na svůj těsný vztah k organoleptické

kvalitě vína velmi zajímavým technologickým parametrem, jehož důsledná kontrola může v budoucnu sehrát významnou roli ve výrobním procesu. [37-40]

### **3.3.2.3 Peptidy**

Peptidy vznikají spojením určitým počtem aminokyselin pomocí peptidické vazby. Oligopeptidy obsahují maximálně čtyři aminokyseliny. Polypeptidy mají vysokou polární hmotnost (pod 10 000 g.mol<sup>-1</sup>) a mohou být separovány pouhou filtrací (ultrafiltrací, mikrofiltrací, nanofiltrací) a reprezentují majoritního dusíkatého zástupce ve víně. Dusík ve formě oligopeptidů není v moštu či víně lehce stanovitelný. Některé malé peptidy mají také příjemné sensorické vlastnosti (zajímavou sladkou či hořkou chuť), které jsou ku prospěchu výroby vín. Klasickým a nejdůležitějším zástupcem je tripeptid glutation. [27, 30, 41]

Peptidy jsou většinou produktem autolýzy. Bylo pozorováno, že vysokomolekulární peptidy převážně hydrofobní povahy jsou uvolňovány v prvních krocích procesu. Tyto velké peptidy jsou hydrolyzovány v krocích následujících po autolýze, což vede k tvorbě méně hydrofobních peptidů o nízké molekulové hmotnosti a volných aminokyselin. Koncentrace celkových aminokyselin se zvyšuje před spojením volných aminokyselin, které prokazují, že první peptidy jsou uvolněny, a které jsou později hydrolyzovány na aminokyseliny. Konečná koncentrace peptidu v šumivých vínech může být ovlivněna různými proměnnými jako je teplota, doba zrání vína či použitý kmen kvasinek v druhé fermentaci. [5, 28, 42, 43]

Při studiu složení aminokyselin v peptidech přítomných v šumivých vínech bylo prokázáno, že jak serin, tak treonin jsou přítomny ve vysoké koncentraci, což prokazuje, že peptidy přítomné v šumivých vínech pocházejí z autolýzy, protože tyto dvě aminokyseliny jsou zapojeny do glykosidických vazeb mezi proteiny a mannany buněčné stěny. [8, 31]

### **3.3.2.4 Proteiny**

Proteiny jsou makromolekuly vzniklé spojením velkého množství aminokyselin. Proteiny obsahují zpravidla více jak sto aminokyselinových zbytků. Tyto obří molekuly, makromolekuly, nedializují (neprocházejí membránou). Molekula bílkovin

může být tvořena jedním nebo více polypeptidovými řetězci, které jsou navzájem spojeny např. vodíkovými vazbami. [22] Jejich molární hmotnost je nad 10 000 g.mol<sup>-1</sup> a jejich struktura obsahuje krom peptidické vazby i postranní vazby, které vytváří třírozměrné struktury: sférickou, helix, apod. [27, 30]

Hrozny a následně víno obsahují mnoho proteinů s širokým rozsahem molární hmotnosti (30 000 – 150 000 g.mol<sup>-1</sup>). Některé nestabilní proteiny jsou zodpovědné za zákaly v bílých vínech (termolabilní bílkovina). Jiné proteiny se spojují s frakcemi sacharidů, např. s mannoproteiny či isolektiny. Toto spojení se velmi často projevuje u šumivých vín. [44]

### ***3.3.3 Dusíkaté látky a zrání šumivých vín***

#### ***3.3.3.1 Aminokyseliny***

Ležení na kalech se využívá u mnoha speciálních vín. Jedním z příkladů může být výroba sektů klasickou metodou se zráním v láhvi. V takovém případě je víno ponecháno mnoho měsíců v kontaktu se svými kaly. Uvolněné aminokyseliny jsou prekurzory aromatických sloučenin, jako jsou vyšší alkoholy, laktony či polyamidy.

Mezi třemi a devíti měsíci po sekundární fermentaci nebyly pozorovány žádné rozdíly v koncentraci volných aminokyselin bez ohledu na zvolenou moštovou odrůdu. Po devíti měsících se koncentrace volných aminokyselin zvýšila, což označuje začátek autolýzy. [45]

Dlouhým zráním v láhvi dochází k uvolnění síry rozkladem aminokyselin, jako jsou cystein a metionin. Díky tomu mají starší sekty aroma spojené s obsahem uvolněné síry, například pražených ořechů či kávy. Aminokyseliny podléhají sekundárním a terciálním reakcím s tuky a dochází tak k dalšímu vývoji chuti a aroma. Byly sledovány rozdíly v obsahu volných aminokyselin v závislosti na kmenu kvasinek a času zrání a zjištěny významné rozdíly v obsahu aminokyselin. Výjimkou byly glutamin a methionin, které nejsou významně ovlivněny dobou zrání na kalech. Koncentrace kyseliny asparagové, glutaminu, histidinu, treoninu, argininu, ethanolaminu, methioninu, leucinu a tryptofanu nebyly významně ovlivněny

použitým kmenem kvasinek. Rozdíly mezi základními víny a víny po 20 dnech sekundární fermentace pomocí kvasinek ukázaly, že došlo ke snížení obsahu aminokyselin - kyseliny asparagové, asparaginu + serinu, histidinu, gama-aminomáselné kyseliny, tyrosinu, valinu, isoleucinu, tryptofanu a lysinu. Mezi 20 a 365 dní zrání v láhvi existují významné rozdíly v zastoupení jednotlivých aminokyselin. U kyseliny asparagové, asparaginu + serinu, histidinu, treoninu, alaninu, argininu, tyrosinu, valinu, isoleucinu, leucinu, lysinu, tryptofanu se jejich obsah zvyšoval, zatímco u kyseliny glutamové, kyseliny gama-aminomáselné a ethanolaminu se jejich obsah naopak snižoval. [46]

### **3.3.3.2 *Proteiny***

V průběhu zrání vína s kvasinkami se ustálí pokles obsahu bílkovin, protože proteiny jsou hydrolyzovány na sloučeniny s nižší molekulovou hmotností. Z tohoto důvodu mají šumivá vína nižší hodnoty proteinů, než jsou obvykle přítomny v základním víně. Peptidy a aminokyseliny jsou obecně považovány za hlavní sloučeniny, které se uvolňují do vína v průběhu autolýzy. Peptidy jsou nejprve uvolněny do média a pak jsou degradovány na aminokyseliny. [5]

Z tohoto důvodu někteří autoři studovali roli proteázové aktivity u kvasinek autolýzy a její vztah na pěnivost a další senzorické vlastnosti. [7, 36] Několik různých druhů proteáz je dáváno do souvislosti s proteolytickou aktivitou v průběhu autolýzy v šumivých vínech. [36, 47] Proteáza A je hlavním enzymem účastnícím se procesu autolýzy, ale za pomoci jiných proteáz. Proteáza představuje největší aktivitu ve víně s rozmezím pH 3 až 3,5. [7] Proteázy jsou zodpovědné za 60 % dusíku uvolněného v průběhu autolýzy ve víně, což naznačuje, že další kyselé proteázy mohou být také zapojeny do proteolytického procesu. [7]

### **3.3.3.3 *Peptidy***

Obsah peptidů kolísá v průběhu zrání a dosahuje maxima po 12 - 15 měsících zrání s kvasnicemi a pak klesá, jelikož jsou peptidy následně degradovány. Rozdělení volných aminokyselin je velmi odlišné od rozdělení aminokyselin u peptidů a proteinů. [5, 16]

Povaha peptidů se také mění tím, že narůstají s časem zrání. Studie aminokyselinového složení peptidů přítomných u šumivých vín ukázaly, že peptidy pocházejí z kvasinek. Ve skutečnosti se proteiny z různých moštů od sebe liší. Jelikož tyto proteiny jsou substráty kvasinkových proteáz, očekávali bychom, že získáme různé peptidy ve víně. Nicméně aminokyselinové složení peptidů z různých odrůd pro šumivá vína se stejnými kvasinkami v průběhu 26 měsíců zrání bylo stejné. [35, 48]

Skutečnost, že treonin a serin mají hlavní zastoupení v peptidech u šumivého vína, svým výskytem potvrzují původ peptidů z kvasinek, protože tyto aminokyseliny se nenacházejí v základních vínech mezi hlavními aminokyselinami. Treonin a serin jsou zapojeny do glykosidických vazeb mezi proteiny a mannany v buněčné stěně. [8, 49, 50]

Vývoj obsahu bílkovin v průběhu autolýzy je také závislý na kmenu kvasinek. Při srovnání dvou různých kmenů kvasinek se zjistilo, že obsah proteinu zůstal stabilní v průběhu prvních devíti měsíců u prvního kmene, zatímco u jiných kmenů se velmi snížil hned na konci sekundární fermentace. Další studie ukázaly, že hladiny proteinů a polypeptidů v průběhu prvních tří měsíců stouply a poté se snížily. To bylo přičítáno proteázové aktivitě. Obsah proteinu a peptidu se pak po šesti měsících opět zvýšil. Koncentrace proteinu byla označena jako stabilní po dobu 90 dnů po druhotném kvašení a následně se mírně zvýšila o 8 – 13 %. [14, 45, 51]

### ***3.3.4 Vliv aminokyselin na kvalitu šumivého vína***

Obohacení vína aminokyselinami může zlepšit aromatický potenciál šumivých vín. Aminokyseliny jsou prekurzory některých aromatických sloučenin deaminačních nebo dekarboxylačních reakcí. [4] Uvolňování aminokyselin a oligopeptidů při autolýze kvasinek je často spojováno s rozvojem „toasty vůně“, která může být zdrojem těkavých thiolů, jako je například: 2-benzenemetanhol, furanmetanhol a ethyl-3-merkaptopropionát. Tyto sloučeniny narůstají na koncentraci prahové hodnoty v průběhu zrání, ale zejména po degoržování. [52] Kromě toho mohou být aminokyseliny prekurzory pro jiné významné aroma, jako je stolon (z treoninu), etoxy-5-butyrolakton (od kyseliny glutamové), benzaldehyd (od fenylalaninu) a vitispiran

(od methioninu). Koncentrace sloučenin, jako je například 2,6,6-Trimethyl-10-methyliden-1-oxaspiro[4,5]dec-8-en (vitispiran) a 1,2-dihydro-1,1,6-trimethylnaphthalene (TDN) se v průběhu zrání také zvyšují. [53] Lakton, 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon, tzv. sotolon, se pomalu zvyšuje u šumivých vín v průběhu zrání. Sotolon pochází z treoninu, který je přeměněn na  $\alpha$ -ketobutyrické kyseliny, které pak reagují s acetaldehydem. Koncentrace sotolonu vysoce koreluje s koncentrací cukru a derivátů, např.: hydroxymethylfurfuralu. Sotolon může být vytvořen Maillardovou reakcí v důsledku kondenzace molekul, jako jsou butan-2,3-dion (diacetyl) a hydroxyacetaldehyd. [54, 55]

Některé peptidy jsou sladké a hořké chuti, povrchově aktivní vlastnosti peptidů mají důležitou roli ve víně z pohledu stability pěny. Moreno – Arribas [5] uvedl, že hydrofobicita u peptidů by mohla korespondovat s vlastnostmi pěny u šumivého vína. Různé studie se pokusily určit sloučeniny ve víně, které mají vliv na kvalitu pěny. Pozitivní korelace byla mezi vlastnostmi pěny a většinou volných aminokyselin a proteinů. Nicméně nebyla nalezena žádná souvislost mezi vlastnostmi pěny a koncentrací peptidů ve víně. [56, 57]

#### **3.3.4.1 Mechanismus Maillardovy reakce**

Maillardova reakce je obecně soubor chemických reakcí redukcujících sacharidů (fruktóza, glukóza, maltóza, xylóza) a aminosloučenin (aminokyseliny a bílkoviny). V průběhu reakcí vzniká řada reaktivních karbonylových sloučenin, které reagují vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami (tzv. neenzymatické hnědnutí potravin). Tato reakce je obecně monitorována v potravinářství z toho důvodu, že některé produkty Maillardovy reakce jsou toxické (tj. například hydroxymethylfurfural a nitrosamin). [58, 59]

Díky Maillardově reakci vznikají z aminokyselin (theoninu) příslušné aldehydy (2-ketobutyrická kyselina). Některé aldehydy jsou tepelně nestabilní a mohou přecházet až v akrolein nebo methanethiol, což může vést k negativnímu aroma vařeného kvěťáku nebo mokrého psa. [55, 59]

Maillardova reakce je často spojována s aroma sušených plodů. Bylo také zjištěno, že MR je zodpovědná za celou řadu aromat, které vznikají po degoržování šumivých

vín. Tento fakt můžeme vysvětlit reakcí cukrů z dozáže a aminokyselin, které se uvolnily (a modifikovaly) během autolýzy, ležení vína na kvasnicích. Již víme, že některé vedlejší produkty Maillardovy reakce jsou zodpovědné za pečené-připálené-vanilkové aroma po degoržování. [41]

### 3.4 Fenolické látky

Fenolické sloučeniny představují velmi obsáhlou a různorodou skupinu sekundárních metabolitů, která je jednou z nejpočetnějších skupin látek v rostlinné říši. [60] Svým významem jsou fenolické látky důležitými sloučeninami ve vinohradnictví i vinařství. U bílých i červených moštových odrůd existuje významný rozdíl ve složení a obsahu fenolických látek v hroznech. [61]

Fenolické sloučeniny jsou nejdůležitější a velmi zajímavé sloučeniny s ohledem na enologické aspekty vína. Tyto sloučeniny pocházejí z různých částí vinných hroznů a jsou extrahovány do vína během zpracování hroznů a zrání vína. Fenolické sloučeniny mají přímou vazbu na výslednou jakost vína. Přispívají k organoleptickým vlastnostem vína a také k barvě vína. Fenolické sloučeniny také působí jako antioxidanty. [9]

V hroznech jsou fenolické látky jako monomerní a polymerní molekuly. Nachází se ve šťávě, semenech i ve slupce. Jejich množství je závislé na odrůdě, ale také na podmínkách prostředí a stupni zralosti hroznů. [62] Většina fenolických sloučenin je vázána v podobě esterů nebo glykosidů, jako volné sloučeniny se vyskytují méně. Fenolické sloučeniny mají jednu nebo více hydroxylových skupin připojených na benzenový kruh. [63] Z biochemického hlediska vychází syntéza polyfenolů z aminokyseliny fenylalaninu, respektive tyrosinu a přes hydroxyskořicové kyseliny vede k flavonoidním látkám. Pouze kyselina gallová se syntetizuje přímo z kyseliny šikimové. Ve víně bylo dosud popsáno přes 200 fenolických látek a další jsou stále nacházeny. [64] Fenolické látky, trísloviny a barviva se nacházejí v hroznech ve velké rozmanitosti a jejich kvalitativní složení je velmi závislé na způsobu a rychlosti zpracování hroznů, na velikosti tlaku při lisování, na druhu vína a jeho uložení v sudech či v nerezových nádobách. Z hroznů přecházejí do vína fenolkarbonové



kyseliny – gallová, protokachetová, vanilinová, kumarová, kávová a ferulová. Dále pak flavanoidy katechin, epikatechin, quercetin, kaemforol a flavandioly. [65]

Polyfenoly jsou v hroznech révy vinné v celkovém obsahu 0,1-2,5 g·l<sup>-1</sup>. Jednoduché fenolické látky se při jejich zpracování váží na cukr a uvolňují se teprve během kvašení a skladování. Z fenolických kyselin obsahují hroznové mošty kyselinu p-hydroxybenzoovou, vanilovou, gallovou, syringovou, salicylovou, p-kumarovou, kávovou a ferulovou. Jsou volné, ale i vázané v různých sloučeninách, zejména s anthokyany, katechiny a s kyselinou vinnou. [20]

### ***3.4.1 Rozdělení fenolických sloučenin***

Fenolické látky se vyznačují výraznou proměnlivostí ve struktuře a obsahují alespoň jednu hydroxy skupinu a benzenové jádro. Dle chemické struktury lze fenolické látky rozdělit do několika skupin. Látky polyfenolické povahy, které jsou obsaženy ve víně, můžeme přehledně rozdělit na dvě velké skupiny: flavonoidy (antokyany, flavan-3-oly, flavonoly a dihydroflavonoly) a neflavonoidy (hydroxybenzoové a hydroxyskořicové kyseliny, stilbeny a aromatické fenoly). [66]

Neflavonoidy se získávají ze slupek a dužniny hroznů a mají jedno (jsou to fenolické kyseliny jako hydroxyskořicová, benzoová) nebo dvě fenolická jádra pevně spojená dohromady (stilbeny). Tyto látky neovlivňují chuť ani aroma, ale jsou prekurzory negativních volatilních fenolů s nežádoucí vůní a nažloutlou nebo hnědou barvou, pokud dojde k oxidaci. [67]

Jiné rozdělení může být podle počtu hydroxylových skupin. Fenoly dělíme na jednosytné a vícesytné (polyfenoly). Základní přehled skupin fenolových sloučenin udává Tab. 2. [68]

Tab. 2: Hlavní typy fenolových sloučenin [68]

Počet atomů C	Základní typ skeletu	Skupina fenolových sloučenin
6	C <sub>6</sub>	jednoduché fenoly, benzochinony, benzoové kyseliny
7	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	benzoové kyseliny
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	acetofenony, fenylctové kyseliny
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	fenylpropanoidy, fenylpropeny, chromony, isochromeny, skořicové kyseliny, kumariny
10	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	naftochinony
13	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	xantiny
14	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	antrachinony, stilbeny, diarylethanoidy
14	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> , C <sub>6</sub> -(C <sub>1</sub> ) <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> -(C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> -C <sub>1</sub>	hydrolyzovatelné tanniny (dimery)
15	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	flavonoidy, pterokarpany, diarylpropanoidy
16	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub> -C <sub>6</sub>	diarylbutanoidy
16	C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub>	gingerony
17	C <sub>6</sub> -C <sub>5</sub> -C <sub>6</sub>	diarylpentanoidy
18	C <sub>6</sub> -(C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> , C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	lignany, neolignany
18	C <sub>6</sub> -C <sub>6</sub> -C <sub>6</sub>	terfenylchinony
19	C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub> -C <sub>6</sub>	diarylheptanoidy, kurkuminoidy
28	(C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	bianthrony
30	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub>	biflavonoidy
N	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	lignin
N	(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	kondenzované tanniny, flavolany
N	(C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>n</sub> , (C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> -C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> ) <sub>n</sub>	hydrolyzované tanniny

### 3.4.2 Neflavonoidní látky

Neflavonoidní fenolické látky jsou ve víně rozděleny na hydroxybenzoové kyseliny a hydroxyskořicové kyseliny, těkavé fenoly, stilbeny a různé sloučeniny (např. lignany a kumariny). [20]

Jedná se o jednoduché látky uložené zejména v třapínách hroznů, kdy při mletí hroznů dochází k jejich uvolňování do moštu. [69] Tyto látky mají svůj původ nejen v hroznech, ale také v technologii výroby vína – dostanou se do něj používáním dubových sudů nebo taninů. [34]

### 3.4.2.1 Hydroxyskořicové kyseliny

Mezi hydroxyskořicové kyseliny (Tab. 3) patří, kyselina kaftarová, která převažuje (až do 50 % celkových hydroxyskořicových kyselin). Dalšími důležitými látkami jsou estery kyseliny vinné p-kumarová, ferulové, koutarová, kaftarová a fertarová kyselina. [20, 64]

Koncentrace derivátů hydroxyskořicových kyselin ve víně závisí na mnoha faktorech, jako jsou odrůda, pěstební podmínky, klima atd. [20] U révy vinné jsou zastoupeny jak ve slupkách, tak i v dužnině bobule. Mohou se vyskytovat ve vázané i volné formě, také mohou být esterifikovány, a to jak kyselinou vinnou, tak i etanolem. Tyto deriváty snadno podléhají oxidaci, a tím způsobují hnědnutí bílých moštů a vín. [34]

Tab. 3: Deriváty hydroxyskořicových kyselin ve víně [20]

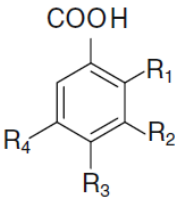
Hydroxyskořicové kyseliny			
kyselina	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
kávová	OH	H	H
kaftarová	OH	H	Kyselina vinná
p-kumarová	H	H	H
p-koutarová	H	H	Kyselina vinná
ferulová	OCH <sub>3</sub>	H	H
fertarová	OCH <sub>3</sub>	H	Kyselina vinná
sinapinová	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	H

### 3.4.2.2 Hydroxybenzoové kyseliny

Hydroxybenzoové kyseliny jsou charakteristické přítomností karboxylové skupiny substituované na fenol. [64] Nejčastější deriváty nalezené ve víně (Tab. 4) jsou kyselina gallová, kyselina gentisová, kyselina p-hydroxybenzoová, kyselina protokatechuová, kyselina syringová, kyselina salicylová a kyselina vanilinová. Hydroxybenzoové kyseliny lze ve víně nalézt především ve volné formě. [20]

Kyselina gallová je nejvýznamnější hydroxybenzoová kyselina, jež se nachází přímo v pevných částech bobule. [70]

Tab. 4. Deriváty hydroxybenzových kyselin ve víně [20]

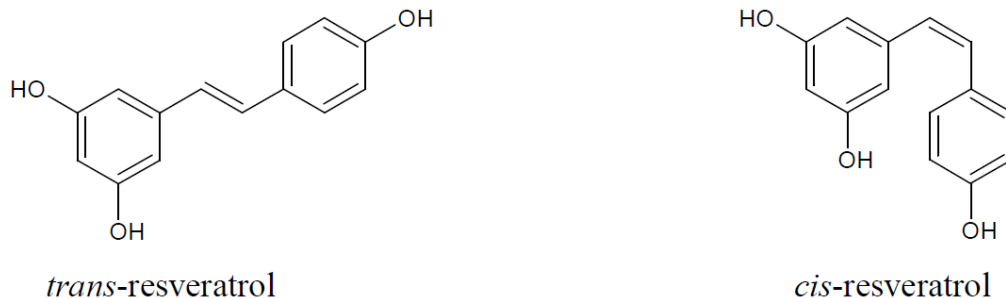
Hydroxybenzoové kyseliny				
				
kyselina	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
galová	H	OH	OH	OH
gentisová	OH	H	H	OH
p-hydroxybenzoová	H	H	OH	H
protokatechuová	H	OH	OH	H
salicylová	OH	H	H	H
syringová	H	OCH <sub>3</sub>	OH	OCH <sub>3</sub>
vanilová	H	OCH <sub>3</sub>	H	H

### 3.4.2.3 Stilbeny

Stilbeny jsou další polyfenoly přítomné ve slupkách hroznů, víně a dřevu. Rostliny je produkuje jako obrannou reakci na poranění, nemoci a stres. Vyskytují se jako volné nebo vázané glykosidy především ve slupkách bobulí révy vinné. [71] Hlavní

představitel této skupiny je resveratrol (3, 4',5 -trihydroxystilben), který se vyskytuje ve dvou isomerních konfiguracích *cis* a *trans* (Obr. 5) a převážně v glykosidované formě. Resveratrol řadíme mezi fytoalexiny, které tvoří rostlina jako odpověď na stresovou situaci. Resveratrol má antibakteriální a antifungální vlastnosti. Byl nalezen ve více než 72 rostlinných druzích. Jeho obsah v bobulích je jednak závislý na oblasti pěstování – více je obsažen v hroznech z vinic v chladnějších a vlhčích polohách, další vliv má odrůda a technologie výroby vína. V červených vínech se pohybuje v rozmezí 0,2 – 13 mg·l<sup>-1</sup> a v bílých vínech je jeho koncentrace nižší 0,1 – 0,8 mg·l<sup>-1</sup>. Více tohoto stilbenu budou obsahovat vína nefiltrovaná a nakvášená delší dobu, méně zřejmě vína šumivá díky specifické technologii výroby (brzký sběr hroznů). [20, 64, 72]

V hroznech převažuje *Trans*-resveratrol, který je důležitým kvalitativním parametrem vína, protože podle studií má příznivé účinky na lidské zdraví, především jako prevence nádorových a srdečních onemocnění, má významnou antioxidační aktivitu a působí pozitivně na tvorbu krevních destiček. [62]



Obr. 5: Resveratrol (3, 4', 5-trihydroxystilben) [64]

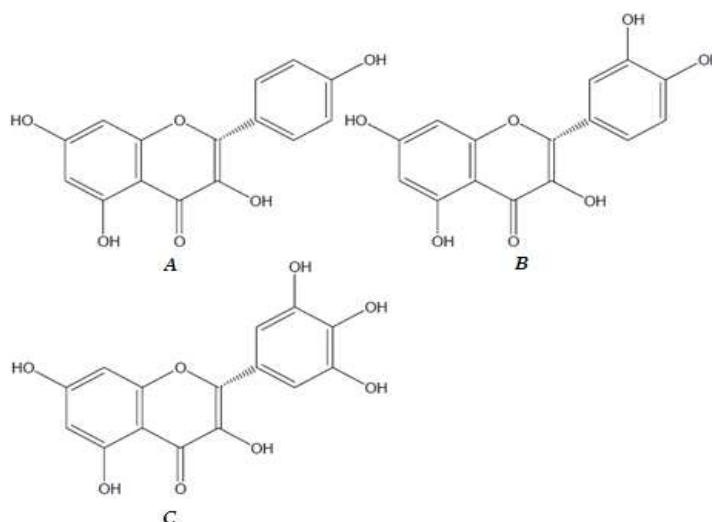
### 3.4.3 Flavonoidní látky

Existují čtyři hlavní skupiny flavonoidů: katechiny, flavonoly, antokyany a třísloviny (taniny). Tato početná skupina látek má vliv na celkovou plnost vína, jeho barvu a chuť. [6] Struktura je tvořena dvěma molekulami fenolu spojenými molekulou pyranu. Vyskytují se i jako látky volné, ale častěji jako glykosidy, acylované glykosidy nebo polymery. Některé flavonoidy fungují jako přírodní barviva, jiné ovlivňují chuť

nebo mají důležité biologické účinky. [68] Podstatný obsah je v červených vínech (až 85 % polyfenolů), ve vínech bílých je to méně než 20 % všech polyfenolů. [65]

### 3.4.3.1 Flavanoly

Flavanoly jsou z chemického hlediska 3-hydroxyflavanoidy. Mezi nejrozšířenější flavanoly (Obr. 6) v přírodě patří kaemferol (5, 7, 4' hydroxyflavone), kvercetin (5, 7, 3', 4' hydroxyflavone), a myricetin (5, 7, 3', 4', 5' hydroxyflavone). [64]



Obr. 6: Nejrozšířenější flavanoly [64]

**A - kaemferol** (5, 7, 4' hydroxyflavon), **B - kvercetin** (5, 7, 3', 4' hydroxyflavon), **C - myricetin** (5, 7, 3', 4', 5' hydroxyflavon).

Významná je koncentrace glykosidů, především rutinu. U červených vín se vyskytují jako kopigmenty doprovázející antokyany. Flavanoly jsou společně s flavony důležitými žlutými barvivy. [20] Syntéza flavanolů v bobulích révy je stimulována světelným zářením, proto na osluněných částech keřů mají hrozny vyšší obsah těchto látek. [73]

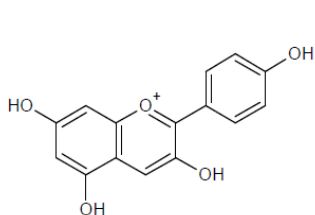
### 3.4.3.2 Antokyaniny

Antokyany neboli antokyaniny jsou glykosidy různých aglykonů, které se nazývají antokyanidiny (Obr. 7). Antokyanidiny jsou nejpočetnější skupinou rostlinných

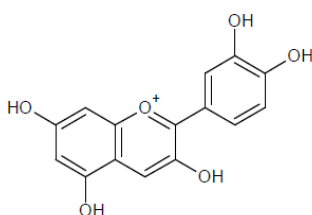
barviv. Bylo identifikováno více než 300 různých antokyanů. Struktura antokyanidinů je odvozena od flavyliového kationu, který je odvozen od 2-fenyl-chromenyly. [64]

V potravinách se nejvíce vyskytuje 6 základních antokyanidinů (pelargonidin, kyanidin, peonidin, delphinidin, petunidin a malvidin) – liší se od sebe počtem a pozicí hydroxylových a methoxylových skupin. Základními antokyaniny jsou 3-O-monoglukosidy a 3-O-glykosid. V révě se antokyanidiny vyskytují hlavně u modrých moštových odrůd ve slupkách bobulí, s výjimkou barvířek, které obsahují antokyaniny i v dužnině. Ve vínech jsou tyto sloučeniny mnohem stabilnější ve formě glykosidu (antokyanin) než ve formě aglykonu (antokyanidin). [6]

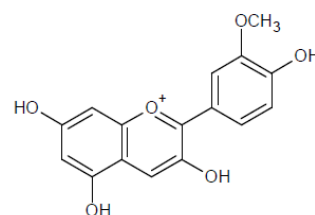
Distribuce a koncentrace antokyanů v hroznu závisí na odrůdě, zralosti, klimatických podmínkách, pěstitelské oblasti a výnosu. Obsah antokyanů ve víně závisí na množství antokyanů v hroznu (odrůda) a na zvolené technologii výroby vína. Barva antokyanů závisí na pH prostředí, v kyselém nebo neutrálním prostředí jsou červené, v zásaditém modré. [20]



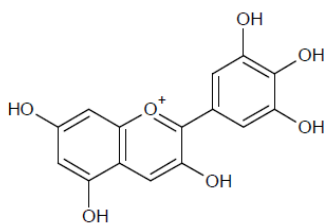
pelargonidin (šarlatový)



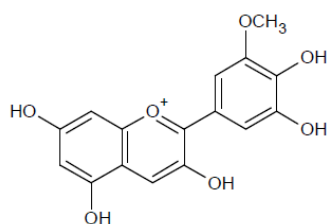
kyanidin (fialový)



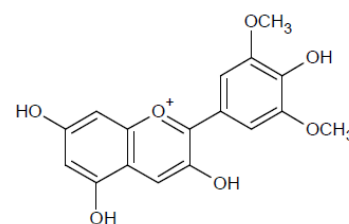
peonidin (fialový)



Delphinidin (purpurově modrý)



petunidin (purpurově modrý)



malvidin (purpurový)

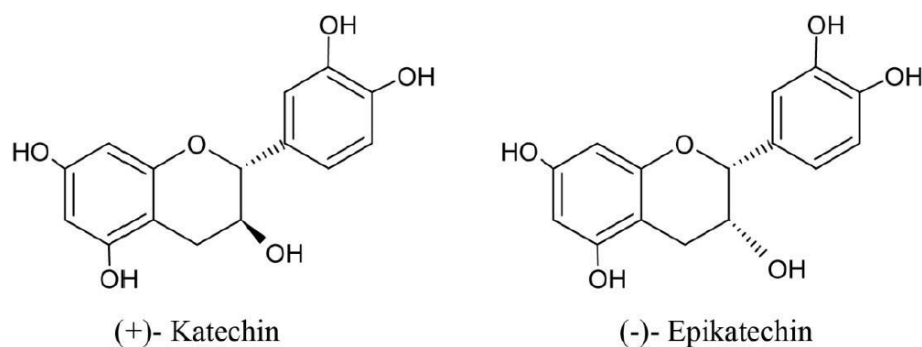
Obr. 7: Základní antokyanidiny [64]

Při výrobě šumivých vín se antokyanová barviva berou v potaz pouze u modrých moštových odrůd, ve kterých se vyskytují. Vzhledem k šetrnému zpracování a zvláště lisováním celých hroznů se snažíme jejich extrakci úplně zamezit či ji maximálně

potlačit (blanc de noirs). Toto neplatí pro výrobu růžových šumivých vín metodou naležení či nakvášení slupek, kde je růžový odstín žádoucí. [2] U růžových šumivých vín vyrobených přidáním malého množství červeného vína v expedičním likéru do bílého šumivého vína (blanc de noirs) pochází jejich růžovo-oranžové zbarvení částečně z anthokyaninového obsahu červeného vína, ale může také pocházet z pyranoantokyaninů. Jedná se o cykloadiční produkty mezi acetaldehydem, kyselinou pyrohroznovou a fenolickými látkami jako je 4 - vinylfenol, 4 - vinylguaiacol a 4 - vinylcatechol. [65]

### 3.4.3.3 Katechiny (Flavan-3-oly)

Katechiny se nacházejí nejen v bobulích révy (slupka a semena), ale také v listech, stoncích i dřevě. [20] Tyto katechiny neboli flavan-3-oly se nacházejí v semenech a jsou známy svojí hořkostí. Tato hořkost ve vínech je primárně způsobena flavan-3-oly. Základními jednotkami, které se vyskytují v hroznech a víně, jsou (+) - katechin a (-) - epikatechin (Obr. 8). V bílém víně se koncentrace pohybuje v rozmezí od 10 do 50 mg·l<sup>-1</sup>, zatímco u červených vín mohou dosáhnout až 800 mg·l<sup>-1</sup>. Bylo prokázáno, že koncentrace ethanolu má vliv na vnímání hořkosti z katechinů. Vyšší koncentrace alkoholu zvýší hořkost, zatímco kyselost nemá žádný vliv na vnímání hořkosti. [61]



Obr. 8: Flavan-3-oly (katechiny) [65]

Katechiny mají silné antioxidační účinky a ve víně se nacházejí v hojném množství. [65] Pro kvalitu vína jsou významné z hlediska sensorických vlastností. Flavan-3-oly mohou být tríslovité i hořké, přičemž hořké tóny chuti jsou odvozeny



od nízkomolekulárních sloučenin s nižším stupněm polymerizace a tříslovité tóny od vysokomolekulárních sloučenin s vyšším stupněm polymerizace. [70] Hořké tóny pocházejí z flavan-3-olů semen a trpké tóny ze slupek. [20]

U šumivých vín se snažíme extrakci katechinů předcházet či ji úplně zamezit šetrným zpracováním hroznů bez naležení rmutu nebo lisováním celých hroznů při nízkých tlacích. [2]

Taniny jsou látky vyznačující se trpkou chutí, která vzniká interakcí s proteiny slin. Výrazně ovlivňují chuťové vlastnosti potravin, a to žádoucím i nežádoucím způsobem. Tanin je společný název pro několik tříd fenolických sloučenin. Taniny lze rozdělit do dvou dílčích kategorií:

- hydrolizovatelné taniny
- kondenzované taniny [68]

Kondenzované taniny (Proanthokyanidiny) jsou nejhojnější třídou fenolických látek nalezenou v hroznech a víně, zatímco hydrolyzovatelné taniny nalezené ve víně jsou neflavonoidy pocházející z dubových sudů. Kondenzované taniny jsou polymery flavan-3-ol podjednotek a jsou heterogenní směsí různých polymerů. [65]

Vyskytují se zejména v semenech, slupce a třapínách révy vinné. Obsah taninů v hroznech je v korelaci s obsahem antokyanů – tzn. že vysoký obsah antokyanů v bobulích znamená také vysoký obsah taninů. [70]

Některé odrůdy, například "Pinot noir", neprodukují žádné kondenzované taniny ve slupce. To může také částečně vysvětlit špatnou intenzitu barvy typickou pro "Pinot noir" a také vhodnost této odrůdy pro produkci šumivých vín. [65]

#### ***3.4.4 Fenolické látky a šumivá vína***

Obsah a druh fenolických látek u šumivých vín se mění s celou řadou faktorů včetně druhu, odrůdy, ročního období, růstových podmínek a postupů zpracování. [74, 75] Klima, půda, biologie a agrotechnika jsou nejdůležitější faktory, které ovlivňují syntézu

a koncentraci fenolických látek v plodech. Poměr mezi velikostí slupky a semen k velikosti bobule má důležitou úlohu pro extrakci fenolických látek do vína. [70]

Fenoly a od nich odvozené sloučeniny ve víně jsou velmi důležité, neboť přispívají k organoleptickým vlastnostem, zejména barvě [76], svíravosti a hořkosti [77], a jsou také zapojeny do biochemických a farmakologických účinků včetně antimikrobiálních, antikarcinogenních a antioxidačních vlastností. Mnoho fenolických látek se nachází právě ve slupce bobulí a jsou zodpovědné za barvu šumivého vína. U těchto látek dochází vlivem stresových faktorů k sekundární metabolizaci a tím mají také vliv na sensorické vlastnosti vína stejně jako na intenzitu a odstín barvy. [78-80]

I když většina fenolických látek obsažených ve víně pochází z hroznů, nejde o jediný jejich zdroj. Do vína se fenolické látky uvolňují rovněž z dřevěných nádob a stopové množství produkují také samotné kvasinky. [65]

Mnoho studií zkoumajících fenolické složení bylo zaměřeno na červená vína, méně informací je k dispozici ohledně bílých vín a také jen několik málo studií popisuje obsah fenolů u šumivých vín (Cava). [81, 82] V literatuře existuje jen málo informací o fenolických sloučeninách u Champagne. Hlavní fenolické látky přítomné v bílém víně jsou hydroxyskořicové kyseliny, zejména kyselina kaftarová. Celkový obsah fenolických látek je u bílých vín nižší a pohybuje se v rozmezí 50 až 350 mg·l<sup>-1</sup> ekvivalentu kyseliny gallové, než je obsaženo v červených vínech (800 mg·l<sup>-1</sup> až 4 mg·l<sup>-1</sup>). [83]

V šumivých vínech se nachází především hydroxyskořicové kyseliny, zejména kaftarová a tyrosol, který vzniká z tyrosinu během fermentace. [84, 85] Dále se zde nachází i flavonoidy: katechin a v menším množství quercetin-3-glukuronid. Při výrobě šumivých vín z modrých hroznů nejsou fenolické látky v konečném víně příliš odlišné od bílých. [67, 72, 86]

I když většina šumivých vín je vyrobena z hroznů různých bílých moštových odrůd (blanc de blancs) nebo z hroznů modrých moštových odrůd vinifikovaných jako bílé víno (blanc de noirs), může sekundární fermentace způsobit významné rozdíly v koncentraci fenolických sloučenin mezi základním vínem a šumivým vínem. To

znamená, že sekundární fermentace posiluje a zvyšuje tvorbu volných hydroxyskořicových kyselin skrze esterifikované formy s kyselinou vinnou. [85, 87]

Při výrobě růžových šumivých vín musí proběhnout alespoň krátká macerace na rmutu (se slupkou), až do dosažení požadovaného narůžovělé nebo růžové barvy. To znamená, že barva růžových šumivých vín poukazuje na skutečnost, že na rozdíl od bílých šumivých vín růžová šumivá vína stejně jako červená šumivá vína obsahují červená barviva - antokyany. [6]

#### **3.4.4.1 Fixace polyfenolů u šumivých vín**

Role zrání vín na kalech a její vliv na fenolické sloučeniny je zejména v důsledku schopnosti těchto kalů absorbovat fenolické sloučeniny. Kaly značně limitují koncentraci fenolických sloučenin tím, že s nimi reagují uvolněné polysacharidy z kvasinkových buněk. Proto vína školená na svých kalech mají celkově nižší obsah fenolických látek, především těch reaktivních. Svíravost chuti je tedy výrazně nižší a mnohem lépe zakomponována do vína. Bílá vína nejsou po zrání na kvasnicích tolik náchylná na oxidaci díky reakcím mezi mannoproteiny a deriváty kyseliny kávové a dalšími oxidovatelnými fenolickými sloučeninami. [3]

Kvasinkový kal také uvolňuje enzymy (po autolýze), které mohou upravovat frakce fenolických sloučenin. Jedním z nejzajímavějších účinků při zrání vín na kalech je uvolňování mannoproteinů autolýzy kvasinek. Mannoproteiny mohou spolupracovat s fenolickými sloučeninami a tím zlepšovat stabilitu barvy a snižovat svíravost vína. Polysacharidy uvolňované při stárnutí na kalech mohou působit jako ochranné koloidy v součinnosti s tříslovinami a antokyany a tím bránit jejich agregaci a srážení (vysrážení sedimentu v láhvi). Afinita kalů s kyslíkem a jeho potenciální spotřeba jsou mnohem vyšší než u polyfenolů zastoupených ve víně. To má za následek větší stabilitu barevných pigmentů a menší degradaci antokyanů kyslíkem u vína zrajícího na kalech. [88-90]

Věhlasná vinařství produkující šumivá vína mají řadu opatření, aby se zabránilo extrakci a oxidaci fenolických sloučenin, které mají vliv na perlení šumivých vín a barevné změny – zhnědnutí. V oblasti Champagne a Cava regionech je obvyklá

sklizeň hroznů do malých beden o nosnosti maximálně 20 – 40 kg, aby se zabránilo prasknutí (poškození) slupky bobule, protože rozdrcení hroznů zvyšuje tvorbu chinonu v přítomnosti polyfenoloxidázy. Extrémnímu drčení hroznů je třeba se vyhnout; mošt se extrahuje po šetrném lisování dnes již za pomoci pneumatického lisu. Mošt se síří bezprostředně po lisování, protože to usnadňuje proces usazování při odkalení a udržuje blokovanou polyfenoloxidázu. Po alkoholovém kvašení zůstává víno v plných nádržích, kde je chráněno před účinky kyslíku. Sedimentace, stáčení, školení, stabilizace vína a následná filtrace sníží koncentraci fenolických látek. Pokud se školení provádí pomocí chemických činidel, snížení koncentrace fenolických látek závisí na chemické povaze použité látky. Během vinifikace se přibližně o 20 % sníží koncentrace fenolických látek, především hydroxyskořicových kyselin. Při přechodu z moštu na víno se většina zastoupených fenolických sloučenin výrazně mění s výjimkou kyseliny gallové, kyseliny syringové, trans-ferulové kyseliny a prokyanidinu B2, kteří nepředstavují významné rozdíly mezi moštem a vínem. [91, 92]

#### ***3.4.4.2 Barevné změny během procesu zrání***

Hroznové fenolické látky, které zůstávají ve víně po procesu výroby, formují svoji barvu. Je mnoho faktorů, jako například odrůda, klima a technologie výroby, které modifikují koncentraci a typ fenolu ve víně. Kromě toho k barvě vína přispívají i fenolické sloučeniny v kombinaci s dalšími složkami, jako jsou cukry a proteiny, jež se nacházejí ve víně a snadno oxidují, což vede k hnědému zbarvení. Proto je šetrné zpracování hroznů jedním z nejdůležitějších aspektů při výrobě základních vín pro výrobu šumivých vín. Důvodem je to, že zhnědnutí modifikuje žlutou barvu, která je charakteristická u těchto vín, a čím vyšší je stupeň oxidace, tím vyšší je hnědnutí, což někdy vede až k nežádoucí nahnědlé barvě. [93, 94]

Při zrání šumivých vín, které jsou kontaktu s kaly, se předpokládá stabilizace barvy, protože fenolické sloučeniny se váží s polysacharidy vylučovanými během sekundární fermentace a s mannoproteiny pocházejícími z buněčných stěn při autolýze. Absorpce

fenolických sloučenin v buněčných stěnách nebo jejich spojení s makromolekulami může zabránit jejich oxidaci a může stabilizovat barvu vína. [95, 96]

Díky přidání oxidu siřičitého, který blokuje enzym polyfenoloxidázu, je tedy oxidace fenolických sloučenin důsledkem neenzymatické reakce, která upřednostňuje chinony před oxidem siřičitým. Tyto chinony zvané primární chinony jsou žluté barvy, někdy se sklony k nahnědlé nebo cihlové barvě. Chinony jsou velmi nestabilním oxidačním činidlem a silně elektrofilní látkou (postrádající elektrony), které mohou hrát roli v reakcích při agregaci nukleofilních molekul a redukčních reakcí oxidu. O-chinon kaftarové kyseliny je hojně zastoupený u bílých vín, a to ze dvou důvodů: kyselina kaftarová je nejrozšířenějším hydroxyskořicovým derivátem a hlavním substrátem polyfenoloxidázy. O-chinon kaftarové kyseliny může být použit pro přenos nukleofilní molekuly, jako je například glutation, což vede k 2-S-glutationylkaftarové kyselině. Kyselina 2-S-glutationylkaftarová (2-SGC) je bezbarvá sloučenina. Z tohoto důvodu může glutation pomoci předcházet neenzymatickému hnědnutí, tím že blokuje O-chinon kaftarové kyseliny. To je možné za předpokladu, že je glutationu více než kyseliny kaftarové. Nicméně se může stát, že kyselina 2-SGC může sama o sobě oxidovat v důsledku vázané oxidační reakce O-chinonu kaftarové kyseliny, čímž vzniká o-chinon odvozený od kyseliny 2-SGC. O-chinon kaftarové kyseliny může také vyvolat tento typ reakcí s flavonoidy. Na jedné straně budou reakce při agregaci umožňující chinonu odvozenému od kaftarové kyseliny, aby se navázal na uhlíku 6 nebo 8 nukleofilního kruhu nebo na druhé straně může dojít k oxidaci, která vede k tvorbě flavonoidního chininu a regeneraci kyseliny kaftarové. Oba produkty vznikající při kopulační reakci mezi O-chinonem kaftarové kyseliny a flavonoidy nebo o-chinonem odvozeným od kyseliny 2-SGC iniciují vznik polymerů s nahnědlou barvou. [97-102]

## 3.5 Volatilní látky a aroma

Pro výrobu šumivých vín je typická sekundární fermentace a období stárnutí nebo také zrání vína. Dochází k autolýze kvasinek a uvolňování jejich látek do okolního roztoku. Díky autolýze a enzymatickým reakcím během zrání dochází k rozšíření sensorického profilu šumivých vín. To má důležitý význam pro získání typického aroma a chuti šumivých vín.

### 3.5.1 Aromatické látky

Celkové aroma vína je vždy určováno vzájemným působením řady aromatických látek. Některé odrůdy potřebují pro tvorbu typického odrůdového aroma velké množství těchto látek vyskytujících se u příslušné odrůdy v určitém poměru a naopak existuje mnoho odrůd révy vinné, jež mají pouze několik aromatických látek, které tvoří výrazné aroma, tzv. „impact aroma“.

Fischer [103] uvádí následující definici aromatické látky: Pod aromatickou látkou se rozumí chemická látka, která vyprchává z vodněalkoholového roztoku vína a může se pomocí své plynné fáze dostat do našeho nosu. Vypařovat se mohou velmi malé molekuly mající molekulární hmotnost menší než  $300 \text{ g.mol}^{-1}$ . Většina aromatických látek je lipofilní a rozpouští se velmi těžko a pouze v malé míře ve vodě, zatímco rozpustnost v etanolu je podstatně lepší. Ne všechny jednotlivé chemické sloučeniny přispívají stejným způsobem k aromatu vína. Pro aromatické ovlivnění bílých ví, je známo více než 680 různých sloučenin. [104]

V bobulích se aromatické látky vyskytují ve dvou formách: vázané a volné. V bobulích révy vinné je nízké množství aromatických látek k dispozici v těkavé, tudíž čichově vnímatelné formě. [105] Ve formě vázané jako tzv. glykosidy jsou sloučeniny netěkavé, tudíž čichově nevnímatelné. K jejich uvolnění dojde odštěpením molekuly cukru a aromatické látky se tak stávají čichově aktivními. K odštěpení dochází zpracováním hroznů (odzrnění, mletí) a postupně v dalších technologických krocích výroby vína. Ve formě vázané, nejčastěji ve vazbě s cukry, se vyskytuje podstatně větší množství aromatických látek. [106]

Tabulka (Tab. 5) ukazuje odrůdu a chemické sloučeniny, které jsou typické pro danou odrůdu a podílí se na sensorickém profilu vín.

Tab. 5: Aroma a jeho chemické složení charakteristické pro danou odrůdu [107]

Odrůda	Chemické sloučeniny
Rulandské bílé	2-fenylacetaldehyd, 4-vinylfenol, 2-methyltetrahydrothiophen, 3-methylbutyl acetát, $\beta$ -damascenon, $\beta$ -ionon, 4vinyl-2-methoxyfenol, linalool
Ryzlink rýnský	3-merkaptohexylacetát, 3-methyl-1-butanol, 2-fenylethanol, 3-methyl-1-butanol acetát, 2-fenylethyl acetát, cis-3-hexenol
Tramín červený	3-methylbutanol, 2-fenylethanol, 3-ethylfenol, 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2-furan
Sauvignon	4-merkapt-4-methylpentan-2-on, 3-merkaptohexanol, 3-isobutyl-2-methoxypyrazin, 3-izopropyl-2-methoxypyrazin
Rulandské modré	2-fenyletanol, 3-methyl-1-butanol, 3-methylbutyl acetát, benzaldehyd

### 3.5.2 Charakteristika volatilních látek

Volatilní organické sloučeniny (nebo také těkavé), které se nachází ve víně, jsou možná nejvíce charakterizujícím rysem vín, a to jak pro degustátora, tak i pro vědce. Jsou zodpovědné za tzv. buket vína.

Podle vzniku těchto látek je rozdělujeme:

1. **Primární aroma** - obsahuje látky, které jsou obsaženy v hroznech a přes celý proces vinifikace se dostanou až do hotového vína;
2. **sekundární aroma** - obsahuje látky, které vznikají činností kvasinek během fermentace; a
3. **terciální aroma** - obsahuje látky, které vznikají během zrání vína v lahvi nebo dřevěných sudech. [108, 109]

Existuje více druhů klasifikace volatilních látek, například pomocí chemické skupiny (aldehydy, estery, ketony, terpeny, alkoholy a další), sensorického hodnocení (ovocné, mléčné, chemické, květinové aroma a další), i když nejpoužívanější způsob klasifikace je uveden výše. [110]

Výsledkem sofistikovaných analytických postupů pomocí plynové chromatografie bylo zjištěno více než 400 volatilních sloučenin. Tyto technologie také umožňují rozlišení volatilních látek z původních hroznů, a tím je možno odvození primárního aroma hotových vín. Problémem je, že i některé z těchto látek mohou být produkovány během fermentace nebo skladování. [30, 109]

Jakmile jsou tyto volatilní látky určeny, a pokud možno i kvantifikovány, je možné jejich přítomnost ve víně přiřadit určité chuti, případně určit konkrétní sloučeninu zodpovědnou za dané aroma jakéhokoli vína. [109]

Koncentrace těchto volatilních látek má široké rozmezí, kdy se nejvyšší koncentrace pohybují kolem stovky  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  a nejnižší pouze kolem  $\text{ng}\cdot\text{l}^{-1}$ . Vliv jednotlivých sloučenin v aromatickém profilu může být různý. Většina volatilních látek nemusí mít významný vliv na chuť, i když některé látky vyskytující se pouze ve stopách mohou mít vliv významný. [110]

### **3.5.3 Primární aroma**

Primární aroma je tvořeno látkami, které se bez velkých změn dostávají z hroznů do hotového vína. Nejvyšší obsah aromatických látek je ve slupce hroznů a těsně pod jejím povrchem. U hroznů mluvíme především o primárním, hroznovém nebo



odrádovém aroma, které je tvořeno aromatickými látkami vyskytujícími se v nepoškozených buňkách bobulí. Aromatický profil bobulí je dán celou řadou faktorů, které ovlivňují chemické složení hroznů, jako např. podnebí, agrotechnika ve vinici a půdní podmínky. Tvorba těchto látek také závisí na teplotě, zrání hroznů a jejich zdravotním stavu. [111]

Bobule révy vinné obsahují dva typy aromatických látek. Loscos Deosdad [112] dělí tyto látky podle formy, ve které se vyskytují, na:

1. **Aromatické látky** – volné aromatické molekuly: jsou typické pro odrůdy a dodávají vínu jeho odrůdový charakter - methoxypyraziny, odrůdové thioly a monoterpeny;
2. **aromatické prekurzory** – jsou rovněž typickými pro odrůdu, ale navenek se projevují až po kvašení moštu v mladém víně - nenasycené mastné kyseliny, fenolové kyseliny, S-cystein konjugáty, prekurzory dimethylsulfidu, karotenoidy a glykokonjugáty.

Aromatické látky a jejich prekurzory se vytvářejí ve vinici při zrání a mají rozhodující vliv na aromatický profil bobulí. Pro optimální načasování sklizně je velice důležité sledovat aromatickou zralost bobulí. Děje se tak pozorováním zbarvení slupky a hodnocením chuťových vlastností bobule. Lze konstatovat, že není pravidlem, že se zvyšující se cukernatostí se zvyšuje i kvalita aromatické zralosti hroznů. [111]

Mezi volatilní látky, které tvoří primární aroma, patří především terpeny. Ty se vyskytují především u muškátových odrůd révy vinné, případně mohou být v nižším množství přítomny i u jiných odrůd například Ryzlink rýnský. Existuje i několik jiných druhů aroma, které přecházejí do vína stejným způsobem během fermentace. Tvoří tzv. odrůdové aroma vína. Například norizoprenoidy nebo pyraziny, jmenovitě 2-methoxy-3-isobutylyrazin, nejvíce se vyskytují v odrůdě Cabernet Sauvignon, ale byly detekovány i v jiných odrůdách, avšak v malém množství. [109, 113]

### **3.5.3.1 Terpeny**

Terpeny a jejich deriváty (obecně nazývané terpenoidy) jsou široce rozšířené v přírodě a vyskytují se v různých množstvích a formách v hroznech. Volné terpeny přecházejí

přes fermentaci do vína v podstatě nezměněné podobě. Vznikají v bobulích a nacházejí se v jejich slupce. Terpeny patří mezi významnou skupinu aromatických látek a jsou charakteristické květinovým, muškátovým a ovocným aroma. Terpeny jsou složeny ze dvou, tří, čtyř nebo šesti isoprenových jednotek. [114]

Terpeny se skládají z širokého rozsahu látek, které se odvozují ze základní struktury lineárního pětiuhlíkatého řetězce isoprenu ( $C_5H_8$ ):  $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ .

Existuje mnoho terpenů, které mají základní vzorec  $C_{10}H_{16}$  se dvěma dvojnými vazbami, ale jsou zde i sloučeniny s cyklickou strukturou (monocyklické terpeny).

### ***Zastoupení a výskyt v hroznech či víně***

V bobulích révy vinné jsou monoterpeny uloženy ve slupce bobule. Většina odrůd obsahuje volné a vázané glykosidické terpeny, ovšem mnohem hojněji se vyskytují vázané formy terpenů. Podle Ribéreau – Gayon [30] je možno v hroznech identifikovat okolo 50 rozdílných terpenických sloučenin, ale pouze šest jich má vliv na chuť a aroma vína. Převládají monoterpenické alkoholy jako linalool, geraniol, citronellol, ho-trienol, nerol a  $\alpha$ -terpineol, které se vyskytují u muškátových odrůd. Monoterpeny a terpenické sloučeniny vůbec vytváří osu pro sensorické vyjádření aromatu vína. [115]

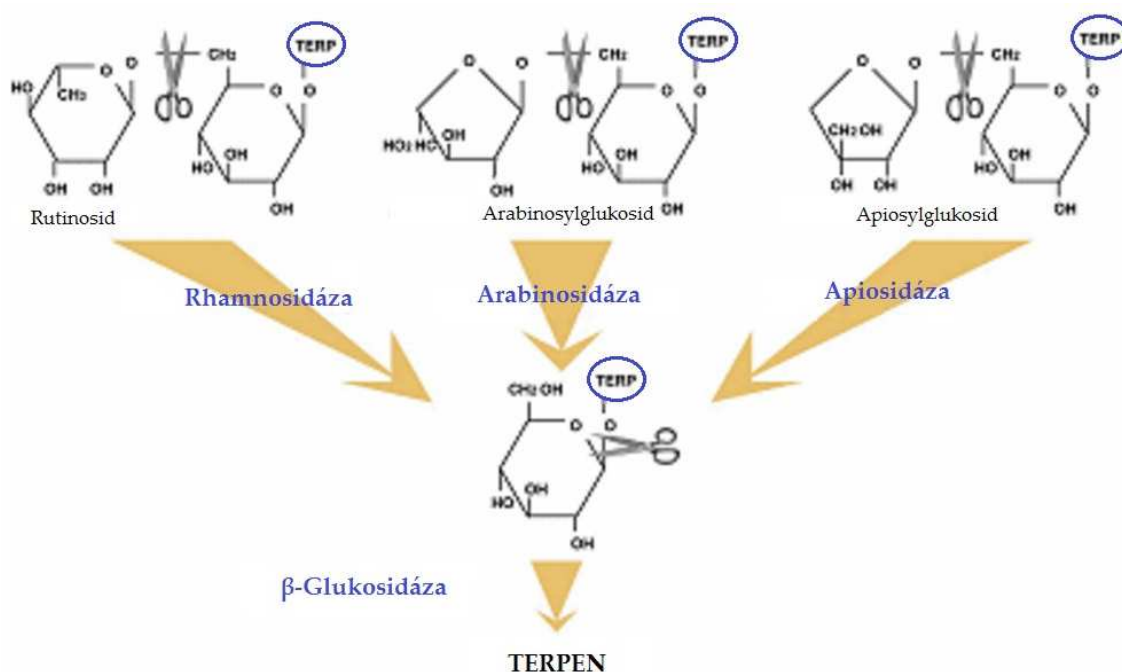
V hroznech se nachází tři formy:

1. volatilní jsou volné monoterpeny alkoholů nebo oxidů,
2. nevolatilní látky a komplexy, které tvoří s glykosidy,
3. terpeny ve formě di- či tri-olů, jejichž forma je nevolatilní a nejsou pro aroma důležité.

Nejvíce je jich přítomno ve slupkách hroznů. Jejich obsah se liší v závislosti na odrůdě či klonu *Vitis Vinifera* a jak již bylo zmíněno výše, nejvíce se nachází v muškátových odrůdách. [109]

Terpeny se řadí mezi volatilní látky, pokud jsou v hroznech přítomny jako volné molekuly nebo nearomatické glykosidické prekurzory a to ve formě vázané i volné. V podstatě jsou těmito prekurzory glykosidy složené z disacharidu a terpenu,

například  $\alpha$ -L-arabinofuranosyl- $\beta$ -D-glucopypyranosid,  $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl- $\beta$ -D-glucopypyranosid,  $\beta$ -D-apiosyl- $\beta$ -D-glucopypyranosid pro geraniol, nerol a linalool, které se nejvíce vyskytují. Hydrolýza, která uvolňuje volatilní aromatické látky, probíhá ve dvou krocích (Obr. 9). Nejdříve dochází k rozštěpení glykosidických vazeb za uvolnění specifického cukru v závislosti na substrátu a enzymu. V dalším kroku dochází k uvolnění terpenu z glukosidázy vzniklé v prvním kroku činností  $\beta$ -D-glukosidázy. [108, 116]

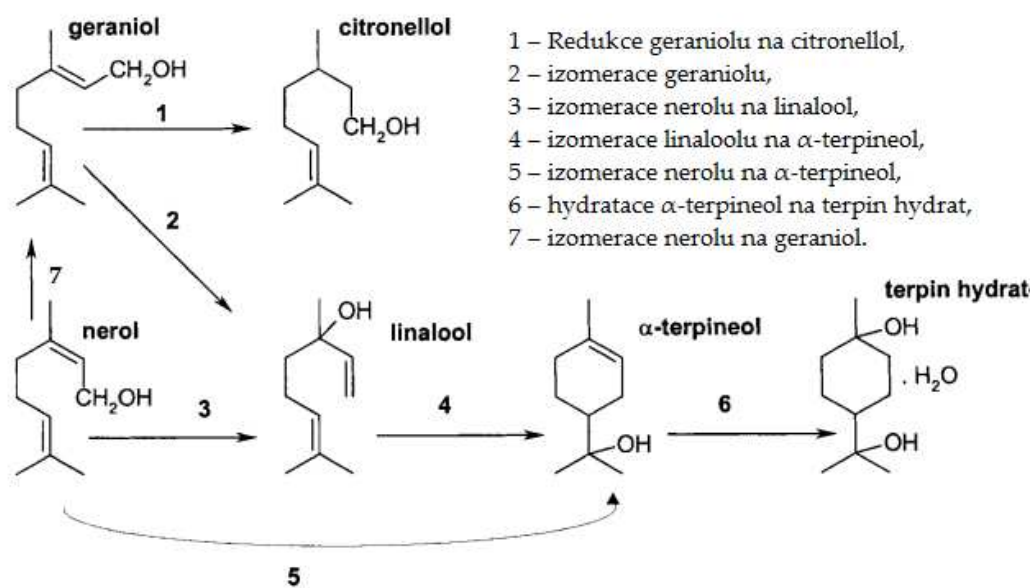


Obr. 9: Enzymatická hydrolýza glykosidů terpenů [117]

Kromě hydrolýzy glykosidů a jiných aromatických látek jsou kvasinky *Saccharomyces* schopny provádět biotransformaci terpenů (Obr. 10).

### ***Senzorický vjem***

Terpeny jsou složité látky, které mají tendenci mít květinové aroma (Tab. 6). Prahové hodnoty jsou ve vínech vysoké, ale pro určení jejich skutečného podílu na chuti vína je nutno znát jejich kumulativní nebo dokonce synergický účinek. Čichový práh vjemu těchto látek je velmi nízký, pouze několik mikrogramů na litr. Nejvíce aromatické jsou citronellol a linalool. [118]



Obr. 10: Biotransformace terpenů kvasinkami [119]

Tab. 6: Přehled základních aromatických terpenů [30]

Sloučenina	Char. aroma	Práh vjemu [ $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ]
Linalool	Růže	50
Nerol	Květinová/růže	400
$\alpha$ -Terpineol	Konvalinka, šerík	400
Geraniol	Růže	130
Citronellool	Citrónová tráva	18
Ho-trienol	Lípa	110
Linalool	Růže	50
Linalool oxidy	Citrusově-pomerančové, dřevité, borovicové	

Linalool má docela nízkou prahovou úroveň v hroznech, ale jakákoliv jeho změna nebo přítomnost jeho oxidů zvyšuje prahovou úroveň terpenických látek, zejména *trans*-isomerů, a proto je sensoricky méně důležitý s ohledem na své oxidy. [30, 109, 113]

Monoterpenické polyoly (dioly a thioly) přítomné v hroznech v koncentraci až od jednoho miligramu na litr nejsou příliš vonné. Avšak mohou tvořit jiné monoterpeny,

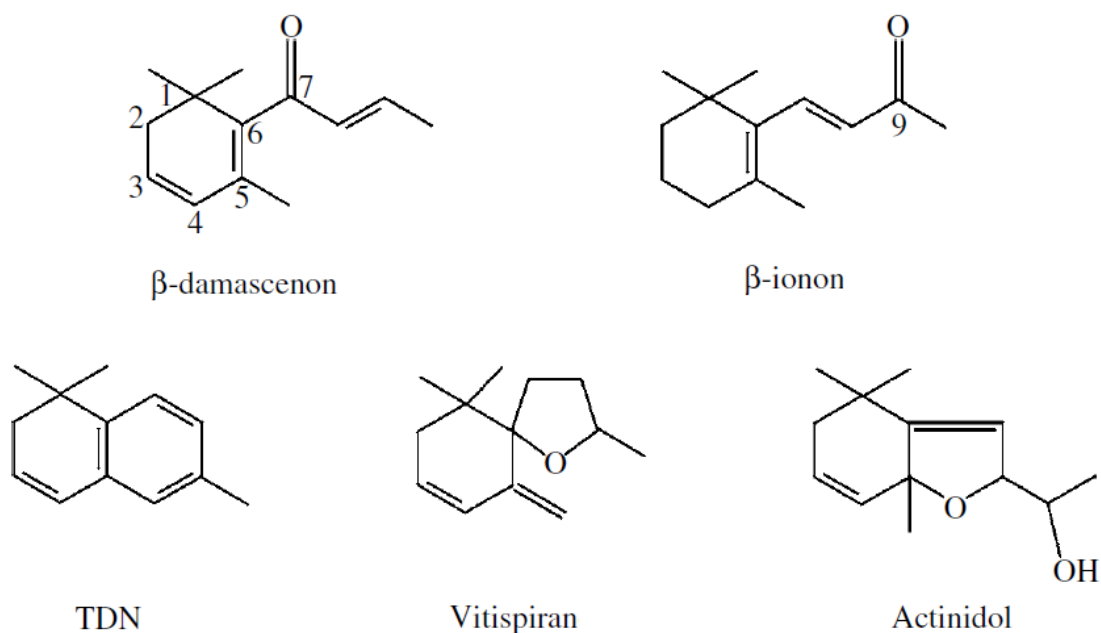
kteřé vonné jsou, například hydrolyzou při kyselém pH pro vytvoření ho-trienolu. [118]

### 3.5.3.2 Deriváty C<sub>13</sub> norisoprenoidů

Norisoprenoidy jsou produkty chemického nebo enzymatického odbourávání různých karotenoidů v hroznech, které u některých odrůd během dozrávání ubývají, zatímco obsah norisoprenoidů se časem zvyšuje. Vyskytují se ve formě glykosilových prekurzorů. [118]

Terpeny se 40 atomy uhlíku vytvářejí oxidativní degradací karotenoidů deriváty s 9, 10, 11 nebo 13 atomy uhlíku. Právě norisoprenoidní deriváty s 13 atomy uhlíku mají zajímavé vonné vlastnosti.

Z chemického hlediska se dělí na dvě skupiny: megastigmany a ne-megastigmany. Každá skupina obsahuje velký počet těkavých sloučenin.



Obr. 11: Chemická struktura základních C<sub>13</sub> norisoprenoidů [30]

Megastigmany jsou oxidované C<sub>13</sub> norisoprenoidy. Mezi tyto sloučeniny patří především β-damascenon a β-ionon.

Ne-megastigmatickou skupinu tvoří TDN (1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaftalen), který je nejdůležitější, dále actinidol (1-[(2S,7aR)-4,4,7a-trimethyl-2,5,6,7-tetrahydro-1-

benzofuran-2-yl] etanol) a vitispiran (2,6,6-Trimethyl-10-methyliden-1-oxaspiro[4,5]dec-8-en). Některé z ne-megastigmatických C<sub>13</sub> norisoprenoidů vznikají z megastigmanů chemickou modifikací v kyselých podmínkách. Chemická struktura základních C<sub>13</sub> norisoprenoidů je uvedena na obrázku Obr. 11. [118, 120]

#### *Zastoupení a výskyt v hroznech či víně*

Největší část karotenoidů je uložena v pevných částech bobule: v dužině a především ve slupce, která je na obsah karotenoidů nejbohatší. U některých odrůd v průběhu dozrávání silně ubývá koncentrace karotenoidů (např. luteinu,  $\beta$ -karotenu), zatímco se současně zvyšuje obsah norisoprenoidů. Mezi norisoprenoidy patří např.  $\beta$ -damascenon, ionon a  $\beta$ -ionon, které se vytvářejí z karotenoidů, a uvolňují se z části už v bobulích a potom hlavně ve víně. [109]

#### *Senzorický vjem*

Prokázalo se, že obsah  $\beta$ -damascenonu vzroste v průběhu sekundární fermentace. [120] Norisoprenoidy výrazně zvyšují aromatický projev např. u odrůd Ryzlink rýnský, Chardonnay ( $\beta$ -damascenon zodpovídá za charakteristické aroma této odrůdy). U  $\beta$ -iononu je aroma popsáno jako fialka, malina, dřevitá vůně, u  $\beta$ -damascenonu je typické aroma jablka, kdoule, květinové tóny, někdy růže. Hrozny odrůdy Chardonnay, jsou typické svým aroma norisoprenoidů, z nichž  $\beta$  – damascenon zodpovídá za charakteristické aroma této odrůdy po tropických plodech a květech. [121]

Dalšími oxidovanými C<sub>13</sub> norisoprenoidy zjištěnými ve vínech jsou 3-oxo- $\alpha$ -Ionol (tabák), 3-hydroxy- $\beta$ -damascon (čaj a tabák) a  $\beta$ -damascon (tabák a ovoce). I přes jejich relativně vysoké koncentrace není jejich vliv na aroma příliš výrazný. [30]

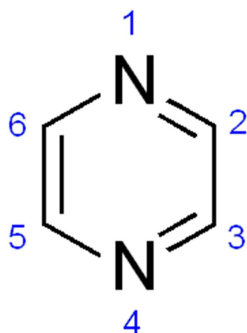
Nejdůležitější ne-megastigman 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaftalen (TDN) má charakteristickou petrolejovou vůni. TDN se vyskytuje hlavně ve vínech z teplých oblastí nebo z nadměrně osluněných hroznů. V extrémních případech se projeví už šest měsíců po sklizni. Za takových podmínek lze mluvit o negativním ovlivnění aromatického charakteru odrůdy. Tvorbu TDN v hroznech může podporovat nadměrné odlistění. [30] Obecně se TDN nevyskytuje v hroznech a mladých vínech,

ale spíše je spojován s terciálním buketem vznikajícím během stárnutí vína v láhvích, kdy dosahuje koncentrace  $200 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , zatímco jeho práh vnímání je řádově  $20 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . [30]

Actinidoly a vitispiran mají vůni připomínající kafr. Je možné, že vitispiran je vytvářen během stárnutí vína v láhvi a přispívá k vadám aroma ve vínech. [30]

### 3.5.3.3 Pyraziny

Methoxypyraziny jsou dusíkaté heterocyklické sloučeniny, které jsou tvořeny samotnými rostlinami jako doprovodné produkty metabolismu aminokyselin. Methoxy-alkyl-pyraziny jsou dobře známé látky obsažené v rostlinách s důležitými chuťovými a pachovými vlastnostmi, s vysokou intenzitou a nízkou prahovou hodnotou. Obecná struktura viz Obr. 12.[109, 122]



Obr. 12: Strukturální vzorec pyrazinu [109]

#### *Zastoupení a výskyt v hroznech či víně*

Metabolické pyraziny můžeme velmi dobře sensoricky vnímat důkladným rozkousáním dužniny i slupky bobule a v průběhu zrání pozorovat změnu kopřivového neboli trávovitého charakteru. Methoxypyraziny jsou typické především pro odrůdy Sauvignon a Cabernet Sauvignon. [123]

Nejdůležitějším methoxypyrazinem odrůdy Sauvignon blanc jsou 3-isobutyl-2-methoxypyrazin (IBMP), který představuje aroma kopřiv, zeleného přepře, papriky a chřestu. Dalším důležitým methoxypyrazinem je 3-izopropyl-2-methoxypyrazin, který dává vínu zemité aroma. [124]

Tyto aromatické látky mají velmi nízký práh vnímání ( $2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), a proto mají zřetelný vliv na aromatiku odrůdy Sauvignon blanc. Methoxypyraziny jsou ve významných

koncentracích nalezeny v odrůdě Semillon, Cabernet-Franc a Merlot. Stopová množství byla nalezena i u odrůd Ryzlink rýnský a Chardonnay. [109]

### *Senzorický vjem*

Podle Ribéreau – Gayon [30] byl 2-methoxy-3-isobutyl-pyrazin [přesněji řečeno 2-methoxy-3-(2-methylprop-1-yl) pyrazin] poprvé identifikován v hroznech a ve víně ve Francii kolem roku 1975. Ribéreau – Gayon [30] se však domnívají, že koncentrace těchto pyrazinů jsou podstatně vyšší než jejich rozpoznávací práh, kdy jejich přítomnost je více patrná u nezralých hroznů. Aroma 2-methoxy-3-isobutyl pyrazinu je popisováno jako zelená paprika, ve skutečnosti je pro něj charakteristické aroma stejné jako pro ostatní methoxypyraziny – zelenost, zemitost a hráškovost. Ostatní methoxypyraziny mají mnohem menší vliv na chuť konečného produktu. V šumivých vínech jsou tyto látky spíše nežádoucí, proto se v nich příliš nevyskytují. [109]

#### **3.5.3.4 Vonné thioly**

Vonné thioly se vyskytují u mnoha odrůd révy vinné, nejenom u Sauvignonu blanc, se kterým jsou však velmi úzce spojené. Vonné thioly se v hroznech vyskytují v netěkavé formě vázané na prekurzory. Nelze proto jednoduchou senzorickou metodou hodnotit aromatickou zralost vonných thiolů během zrání hroznů. Teprve během macerace před kvašením a při kvašení dochází k uvolňování vonných thiolů. [123, 124]

#### **3.5.3.5 Těkavé fenoly**

Těkavé fenoly jsou chemické sloučeniny zodpovědné za vznik nežádoucích aromat ve víně. Jedná se o lékárnické a plastové aroma, jejichž koncentrace nežádoucím způsobem snižuje kvalitu vína. Těkavé fenoly jsou přítomny jak v bílých, tak i v modrých odrůdách, jejich koncentrace je však závislá na odrůdě, počasí, oblasti, způsobu zpracování a zejména na agrotechnice ve vinici. [125]

### **3.5.4 Sekundární aroma**

Sekundární aroma vzniká při zpracování hroznů, kvašení moštu a dotváří aroma vína vazbami vznikajících složek se složkami primárního aroma. Má nejdůležitější



zastoupení v celkovém buketu vína. Jeho charakter je determinován již výchozí surovinou. Takto vznikající látky jsou velmi těkavé a při kvašení za vyšších teplot jich velká část unikne. Je tedy třeba klást důraz na pomalé kvašení vína při nízké teplotě, kdy je větší pravděpodobnost udržení těchto látek ve víně. [72, 109]

Jelikož šumivá vína vznikají druhotným kvašením, sekundární aroma ovlivňuje i následné kvašení vína v láhvi či tanku dle zvolené technologie. Rychlost kvašení se zvyšuje při vysoké hodnotě pH, vysokém množství živin a nízkém tlaku oxidu uhličitého. Do určitého stupně je to možné ovlivnit technologií. Pokud sekundární fermentace probíhá při 12 °C až 15 °C, lze očekávat, že potrvá dva až šest týdnů. [126]

Z převážné části vytváří sekundární aroma vyšší alkoholy (izobutanol, isoamylalkohol, n-hexylalkohol, izooktanol, geraniol atd.), těkavé kyseliny (k. octová, k. mravenčí, k. propionová atd.), karbonylové sloučeniny (formaldehyd, acetaldehyd, aceton, diacetyl, vanili, atd.), estery (octan metylnatý, octan etylnatý, mravenčan metylnatý atd.), acetáty apod. [67, 116]

#### **3.5.4.1 Aldehydy**

Aldehydy spolu s ketony patří do skupiny karbonylových sloučenin. Nenasycené aldehydy vznikají převážně při kvašení a jejich prekurzory jsou 2-ketokyseliny. Tvorba převážné části nasycených aldehydů souvisí s biosyntézou aminokyselin. [127]

Nenasycené aldehydy jsou spojeny s oxidací vína. Při oxidačních pochodech, na úrovni enzymatické či chemické, dochází k rozštěpení nenasycených mastných kyselin. Konečnými produkty těchto procesů jsou trans-2-nonenal, oktanal, trans-2-trans-4-nonadienal, trans-2-hexenal, hexanal, hexanol a trans-2-undecenal. Rychlost oxidace se zvyšuje s počtem dvojných vazeb v molekule mastné kyseliny, teplotou, účinkem zářivé energie, působením lipoxygenázy a kationty těžkých kovů. [127]

Nasycené aldehydy korespondují s alkoholy, které vznikají v průběhu kvašení. U těchto aldehydů se ostré štiplavé aroma zeslabuje se stoupajícím počtem uhlíků v molekule. Určitý vliv na zvýšení obsahu aldehydů může mít degradace aminokyselin

Streckerovou reakcí. Uvedenou reakcí se zvyšuje obsah zejména 2-methylpropanalu a 3-methylbutanalů. [128]

### *Zastoupení a výskyt v hroznech či víně*

Kromě acetaldehydu (ethanal) se ve víně většina aldehydů vyskytuje ve velmi malém množství. U acetaldehydu se uvádí množství okolo  $0,1 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  a často představuje více než 90 % všech aldehydů vyskytujících se ve víně. Některé aldehydy mohou být přítomny v hroznech a během vinifikace jsou oxidovány na odpovídající alkoholy. Acetaldehyd je sám o sobě přítomen jako vedlejší produkt fermentace, a to v různých množstvích, v závislosti na přítomnosti oxidu siřičitého, s kterým tvoří vazby. [30, 113] Může docházet také ke kombinaci acetaldehydu s nadbytkem alkoholu, kdy dojde k vytvoření acetalů. Pouze volný acetaldehyd má vliv na chuť vína. [109]

Výsledkem enzymatické oxidace linolové a linolenové kyseliny vzniká hexanal a dva hexenaly [(trans) (E)-hex-2-enal a cis (Z)-hex-3-enal], tzv. „listové aldehydy“. Během fermentace jsou tyto aldehydy transformovány na odpovídající alkoholy, které mají při nízké koncentraci travnaté aroma. [109]

### *Senzorický vjem*

Pokud jsou v šumivém víně přítomny vyšší aldehydy, mají velmi silné aroma, především ovocné (Tab. 7), zejména nonen-2-al, který se vyskytuje ve dvou stereoizomerech, E (trans) a Z (cis). [122]

S ohledem na acetaldehyd je sensorický význam těchto alkyl aldehydů považována za nízký. Acetaldehyd v množství nad jeho prahovou úroveň a ve volné formě se obvykle považuje za neutrální ("plochost"), při vysokých koncentracích, je charakterizován jako štiplavý, dráždivý. [109]

Několik aromatických aldehydů (nebo derivátů benzenu) je důležitých především pro chuť vína. Souvisejí však spíše s terciálním aroma vína, jelikož se projeví až během zrání vína, a to především v dubových sudech. Například sem patří aldehydy s aroma vanilky nebo skořice. Benzaldehyd (hořké mandle) je potenciální vada vína, ale charakteristická pouze pro některé odrůdy révy vinné. 2-Furfural a (5-

hydroxymethyl)-2-furfuraldehyd (aroma mandlí) vznikají také při zrání vína, ale jde spíše o zrání v lahvi, proto je jejich výskyt v šumivých vínech častější. [109, 113]

Tab. 7: Přehled základních aromatických aldehydů [109]

Sloučenina	Char. aroma
Ethanal (acetaldehyd)	Štiplavé, dráždivé, plochost/ovocná
Propanal (propaldehyd)	Ovocná vůně/čerstvá zelená chuť
Butanal (butyraldehyd)	Ovocná, zelená vůně/chuť kakaová
2-methyl-propanal (iso butyraldehyd)	Přezrálé, ovocné, sladové
Pentanal (valeraldehyd)	Vůně sušeného ovoce, ořechové
3-methyl-butanal (isovaleraldehyd)	Ovocná vůně/chuť broskve, sýr, slad
Hexanal (caproaldehyd)	Bylinné, nezralého ovoce
Heptanal (oenanthic aldehyd)	Fermentační, ovocná vůně
(E)-hex-2enal (pouze v hroznech)	Zelená, mastná, ovocná chuť

#### 3.5.4.2 Ketony

Ze skupiny ketonů mají zvláště důležitý vliv na chuťové vlastnosti šumivých vín vicinální diketony, a to diacetyl a 2,3-pentandion, jejichž tvorba souvisí s metabolismem valinu a isoleucinu, při kterém jako meziproducty vznikají 2-acetomléčná a 2-acetohydroxymáselná kyselina, z nichž se následnou oxidační dekarboxylací vytvoří zmíněné ketony. [127, 128]

Diacetyl (buta-2,3-dion) může dosáhnout množství, kdy produkuje sladké, máslové nebo karamelové aroma, i když při vyšší koncentraci může být považován za negativní sloučeninu vína. Nekvalitní šumivá vína obsahují okolo 2 mg·l<sup>-1</sup> diacetylu. Dle některých autorů neohrožuje chuťové vlastnosti, pokud je jeho koncentrace pod 0,8 mg·l<sup>-1</sup>. Acetoin (3-hydroxybutan-2-on nebo acetyl methyl carbinol v některé literatuře) má podobné mírně mléčné aroma a může být přítomen ve víně. [30, 109, 113, 127, 128]

### 3.5.4.3 *Alkoholy*

Kromě vody patří ethanol (ethyl alkohol) mezi nejvýznamnější složky vína. Souvisí s kvalitativní a obchodní hodnotou vína, ale i dalších kvašených nápojů. Vzniká hlavně během alkoholové fermentace, avšak stopové množství jsou schopny vytvářet i hrozny pomocí alkoholdehydrogenázy, která funguje jako indikátor zralosti. [30]

Ethanol podporuje aromatický projev vína. Jeho přítomnost ve víně mu dodává na plnosti a extraktivnosti. Význam ethanolu spočívá v jeho schopnosti rozpouštět některé aromatické látky, což se projeví v konečném aromatickém projevu. Může se však projevovat i negativně, jelikož reaguje i s kyselinou vinnou, jablečnou a mléčnou. Ethanol může také reagovat s aldehydy, zejména ethanalem, pokud je přítomen. Reaguje rovněž s SO<sub>2</sub> za vzniku acetalu: diethoxyethanu. Časté jsou i reakce ethanolu se sirovodíkem, který vzniká kvašením nebo je pozůstatkem reziduí některých vinařských postřiků. Při této reakci vzniká ethanthiol se svým velmi nepříjemným zápachem. [30, 72]

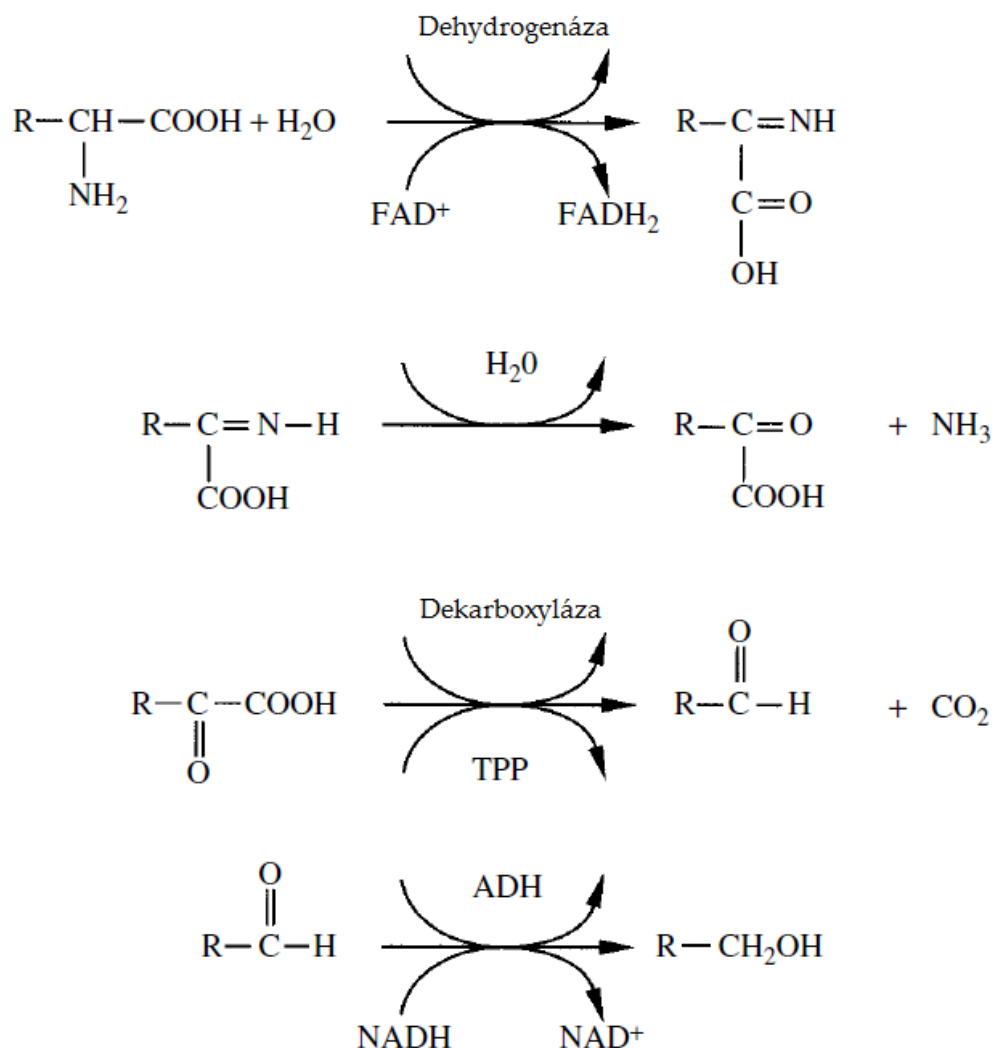
#### *Vyšší alkoholy a produkty alkoholového kvašení*

Jedná se o látky vzniklé při kvašení během odbourávání cukru. Vyšší alkoholy mohou být vedlejšími produkty při syntéze aminokyselin či při množení kvasinek a jsou také známy pod souhrnným názvem přiboudliny.

K jejich vytváření dochází pomocí Ehrlichovy reakce (Obr. 13).

Tato reakce je způsobena činností FAD<sup>+</sup> dehydrogenázy, která oxiduje aminokyseliny na iminokyseliny. Tyto jsou hydrolyzovány na  $\alpha$ -ketoacid, který se vystaví působení dekarboxylázy s koenzymem thiamin pyrofosfátem (TPP). Prostřednictvím této reakce přechází leucin na isoamyl alkohol a isoleucin. [30, 116]

Profil vyšších alkoholů závisí nejen na kmeni kvasinek, ale přímo i na koncentraci inokula. Propojení mezi estery a vyššími alkoholy souvisí s aromatickou kvalitou vína. Největší část vyšších alkoholů je tvořena štěpnými produkty bílkovin. [110]



Obr. 13: Syntéza vyšších alkoholů podle Ehrlicha [30]

Do této skupiny řadíme jednosytné alkoholy a jejich estery, které mají vliv na chuť a aroma vína (Tab. 8). Mezi hlavní alkoholy patří isobutyl (methyl-2-propanol-1) a amyl alkoholy (směs methyl-2-butanol-1 a methyl-3-butanol-1). Mezi nejdůležitější amyl alkoholy,  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ , patří tři hlavní izomery – pentan-1-ol (normální amyl), 3-methyl-butan-1-ol (isoamyl) a 2-methyl-butan-1-ol (opticky aktivní amylalkohol). [109] Při nízkých koncentracích (méně než  $300 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) přispívají k aromatické složitosti vína. Při vyšších ( $400 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) jsou nežádoucí, jelikož překrývají aromatický vjem vína, především ovocný vjem esterů. [116]

Tab. 8: Přehled základních alkoholů [109]

Sloučenina	Char. aroma
Propan-1-ol (propyl alkohol)	Ovocná, alkoholická vůně
Butan-1-ol (butyl alkohol)	Alkoholické
2-Methyl-propan-1-ol (isobutyl alkohol)	Ovocné
Pentan-1-ol (pentyl nebo amyl alkohol)	Přiboudlina
2-Methyl butan-1-ol	Pronikavé, zemité, ovocné
3-Methyl butan-1-ol (isoamyl alkohol)	Ovocné - vinné
Hexan-1-ol	Ovocné
Hex-3-en-1-ol ( <i>cis</i> )	Bylinné
Hex-3-en-1-ol ( <i>trans</i> )	Bylinné
Hex-2-en-ol	Bylinné
Octen-1-en-3-ol	Houbovité
Octan-1-ol	Zelené, kokosový ořech
2-Fenyl ethan-1-ol	Květinové, dřevité

Množství vyšších alkoholů u vína se liší v závislosti na fermentačních podmínkách, zejména druhích kvasinek. Obecně platí, že faktory, které zvyšují rychlost fermentace (kvasničná biomasa, oxygenace, vysoká teplota a přítomnost kalů v suspenzi), také zvyšují tvorbu vyšších alkoholů. [30]

Nejdůležitější složky alkoholů vznikají:

- Izobutylalkohol vzniká z valinu
- Isoamylalkohol vzniká z leucinu a tvoří podstatnou část přiboudlin
- Amylalkohol vzniká z izoleucinu
- n-propylalkohol vzniká z  $\alpha$ -aminobutanové kyseliny

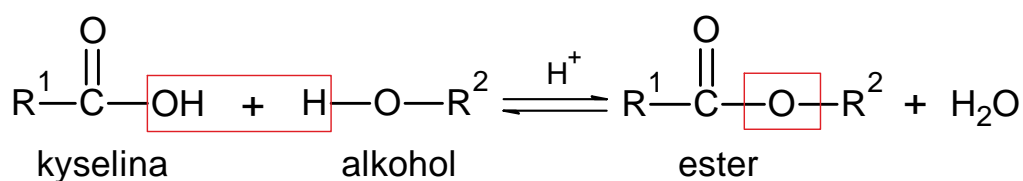
Další skupinou jsou vícesytné alkoholové sloučeniny, které se vyznačují přítomností vyššího počtu hydroxylových skupin tzv. polyoly. Mezi hlavní patří glycerol a 2,3-butandiol, dalšími jsou pak mezinizitol, manitol, sorbitol, erytritol a arabitol. Glycerol a 2,3-butandiol vznikají při alkoholovém kvašení jako vedlejší produkty. Glycerol dává vínu plnost a tělo. 2,3-butandiol vzniká při anaerobním odbourávání sacharidů jako vedlejší produkt a také činností mléčných bakterií. Další polyoly jsou přirozenou součástí moštu. [30]

Během sekundární fermentace vzrůstá počet lineárních a rozvětvených alkoholů. Koncentrace jednoduchých terpen alkoholů a oxidů linaloolu vzrůstá s ohledem na použitou odrůdu, kdy u odrůdy Ryzlink rýnský byl dle studií zaznamenán vyšší vzrůst. [120]

#### 3.5.4.4 Estery

Jak již bylo zmíněno, estery všeho druhu jsou považovány za zvláště důležité, především pro chuť vína. Tvoří obvykle sekundární aroma vyplývající z fermentace a někdy i terciární aroma spojené se stárnutím, kdy může dojít k přestavbě alkoholů-kyselin. [109]

Estery jsou výsledkem kombinace organických alkoholů  $R_1OH$  s kyselinou  $R_2COOH$  [např.  $R_1-O-C(=O)-R_2$ ] (Obr. 14).  $R_1$  a  $R_2$  jsou obvykle alkyl nebo někdy aryl radikály přítomných jednoduchých esterů ve vínech, ale mohou být přítomny i některé estery di-kyselin. [30, 109]



Obr. 14: Esterifikace alkoholu [30]

## *Zastoupení a výskyt ve víně*

Ve vínech rozeznáváme dva druhy esterů: neutrální estery a kyselé estery.

1. Neutrální estery jsou výsledkem enzymatického procesu. Patří sem acetáty, butyráty, oxanoáty a ostatní estery;
2. kyselé estery vznikají chemickou esterifikací alkoholů s vinnými kyselinami při nízkém pH.

Estery se do vína dostávají třemi způsoby:

1. Pocházejí přímo z hroznů ve velmi malých dávkách;
2. vytváří se jako vedlejší produkt fermentačního procesu (neutrální estery);
3. vznikají vyzráváním vína, velmi pomalou esterifikací (kyselé estery)

Neutrální estery obecně nazýváme těkavými - volatilními fytoestery a kyselé estery, většinou estery kyseliny vinné a kyseliny mléčné, nazýváme netěkavými - nevolatilními estery. Nejpodstatnější skupinou jsou volatilní estery, tedy vedlejší produkty fermentace, nakořik nejvýrazněji ovlivňují výslednou aromatu a tím i kvalitu výsledného vína. Koncentrace volatilních esterů ve vínech je nízká a organolepticky se dají popsat jako ovocné kromě ethylacetátu, který mívá nejvyšší koncentraci a jeho aroma je z hlediska kvality posuzováno negativně. [30]

Ve víně existuje celá řada různých alkoholů a kyselin, takže počet možných esterů je také velmi vysoký. Ethylacetáty jsou nejběžnější z důvodů velkého množství přítomného ethanolu a skutečnosti, že primární alkoholy jsou nejvíce reaktivní. [109]

Kromě ethylacetátu, jehož obsah ve víně bývá nejvyšší, je ze senzoričkého hlediska důležitý 3-methylbutyl-acetát a dále ethylestery mastných kyselin C<sub>6</sub>, C<sub>8</sub> a C<sub>10</sub>.

Ze 163 četných esterů se 109 považuje za nestálé, ale pouze 59 z nich je zatím popsáno. [129] Mezi nejvýznamnější patří především diethyl sukcinát, ethyl laktát, ethyl-3-hydroxy butyrát, ethyl decanát, ethyl octanát, methyl-2-hydroxy 2-methylbutyrát, isoamyl laktát, ethyl phenyl acetát a ethyl hexanát. Tyto údaje, které se týkají velkého množství vína, jsou zajímavé v tom, že ukazují v průměru vyšší obsah esterů (nižší C estery) při použití nižších teplot při vinifikaci. [109, 116]



.Velmi málo esterů je přítomno v hroznech. Vonné molekuly, jako jsou methyl antranilát, jsou odpovědné za liščí aroma v hroznech a vínech odrůdy *Vitis labrusca*. V pektinech se nachází také methoxy skupiny, které uvolňují methanol hydrolyzou.

Estery ve víně mají dva odlišné původy: enzymová esterifikace během procesu fermentace a chemická esterifikace při dlouhodobém stárnutí. Stejné estery mohou být syntetizovány v obou směrech. [30]

### *Senzorický vjem*

Ve vínech bylo identifikováno více než 20 esterů, které mají výraznou ovocnou nebo květinovou vůni (Tab. 9).

Tab. 9: Přehled základních esterů [109]

	Sloučenina	Char. aroma		Sloučenina	Char. aroma
Methyl	hexanat	Ananas, meruňka	Ethyl	pentanat	Ovocné -jablko
	heptanat	Květinové aroma		heptanat	Ovocné – meruňka
	octanat	Rybízová chuť		pyruvat	Zeleninové/karamel
	decanat	Ovocné – pomeranč		benzoat	Ovocné i květinová
Pentyl (amyl)	pentyl acetat	Ovocné – jablko	Diethyl	2-methyl-propyl octanat	Ovocné – jablko
	3-methyl butyl propanat (isoamyl acetát)	Ovocné – banán		malonat	Ovocné/aromatické
	Hexyl acetat	Ovocné – jablko		malát	Ovocné/bylinné tóny

Největší význam tedy mají estery octové kyseliny založené na bázi ethyl-acetátu a estery terpenových alkoholů linaloolu, geraniolu a terpenolu, které mají ovocnou jahodovou a ovocno-květinovou vůni. Množství esterů závisí nejen na chemickém složení, ale i na stáří, jak je zmíněno dále. Uplatňuje se také vliv kvasinek. [127]

Vzájemný poměr celkových alkoholů k celkovým esterům může být do určité míry ukazatelem vyrovnanosti chuťových vlastností šumivých vín. Při poměru okolo

4 : 1 až 4,8 : 1 je aroma šumivého vína vyvážené. Pokud se uvedený poměr změní, ať vlivem nízkého obsahu esterů nebo vysokého obsahu alkoholů, zvýrazní se tím nežádoucí chuťové zabarvení vína ve směru vyšších alkoholů (medicinální příchut), případně je chuť vysoce ovocná, jelikož ji tvoří vysoké koncentraci esterů. [128]

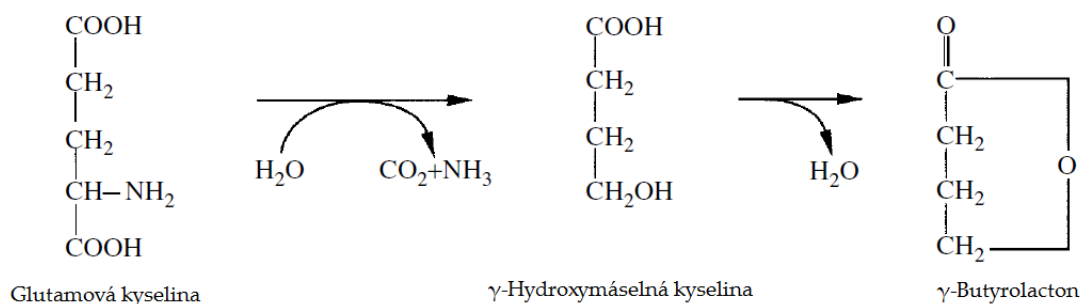
### ***Stárnutí vína***

Tvorba esterů pokračuje po celou dobu procesu stárnutí díky přítomnosti mnoha různých kyselin ve víně spolu s velkým množstvím ethanolu. Výzkum esterifikačních mechanismů ve víně [76] ukázal, že za normálních sklepních podmínek se žádná z kyselin nedostane do teoreticky předpovězené rovnováhy. Obsah esteru představuje přibližně 30 % z teoretického limitu po jednom roce, 50 % po 2 nebo 3 letech a 80 % po 50 letech. Celková koncentrace esterů (vzniklých chemickou nebo enzymatickou reakcí) se u vín řídí složením a stářím. Koncentrace se pohybuje od 2 nebo 3 mmol·l<sup>-1</sup> u mladých vín až do 9 nebo 10 mmol·l<sup>-1</sup> u starých vín, z čehož přibližně 10 % z kyselin je esterifikováno. [30]

Ethyl-laktát je zvláštní případ. Jeho tvorba je spojena s jablečno-mléčným kvašením a nelze vyloučit zapojení esteráz bakterií. Koncentrace ethyl-laktátu se zvyšuje v průběhu stárnutí pomocí chemických reakcí. Ve Francii bylo v šumivých vínech pozorováno jeho zvýšení a po dvou letech ležení na kalech docházelo ke snížení. [30, 113]

#### ***3.5.4.5 Lactony***

Lactony jsou tvořeny vnitřní esterifikační reakcí mezi kyselinou a alkoholem ve stejné molekule. Tato reakce produkuje kyslíkový heterocyklus. U těkavých lactonů vznikajících při kvašení je pravděpodobné ovlivnění aroma vína (Tab. 10). Nejznámější je  $\gamma$ -butyrolacton (Obr. 15) přítomný ve víně v koncentracích v řádu mg·l<sup>-1</sup>.



Obr. 15: Vznik  $\gamma$ -butyrolactonu [30]

Tato sloučenina je výsledkem lactonizace z  $\gamma$ -hydroxymáseľné kyseliny podle Ehrlichovy reakce (Obr. 13). Nezdá se, že hraje hlavní roli v organoleptických vlastnostech vína. Lactony mohou pocházet z hroznů, jako je tomu v případě odrůdy Ryzlink rýnský, kde přispívají odrůdovému aroma vína. [30]

Tab. 10: Přehled některých aromatických lactonů [109]

Sloučenina	Char. aroma
$\gamma$ -methyloktalacton	Jádra kokosu
$\gamma$ -dekalacton	Broskve, moruše
$\gamma$ -jasminlacton	Broskve, nektarinky
Sotolon	Vlašský ořech
$\gamma$ -butyrolacton	Meloun, spálená umělá hmota, sýr

### 3.5.4.6 Kyseliny

Montedoro a Bertuccioli [129] identifikovali a sepsali 116 kyselin nacházejících se ve víně, ale z nich jen asi 14 jsou těkavé kapalné látky, zatímco zbytek jako kyselina hydroxy-benzoová jsou obecně krystalické pevné látky s vyšším bodem tání. Některé kyseliny mohou mít rozpoznatelnou vůni, což může být způsobeno nižší teplotou varu. [109]

#### *Mastné kyseliny*

Pokud se v šumivých vínech vyskytuje nadměrné množství mastných kyselin, vede to k sensorickým odchylkám a to ve vůni i chuti. Při druhotném kvašení dochází u těchto

kyselin ke kvantitativním změnám, na rozdíl od ostatních kyselin, u kterých se obsah příliš nemění. Druhotná fermentace vede ke zvýšení množství alifatických kyselin s krátkým řetězcem a snižování množství mastných kyselin se středně dlouhým řetězcem. Mastné kyseliny se více syntetizují kvasinkami při nižší teplotě. Zvýšení koncentrace je zvláště patrné u hexanové, oktanové a dodekanové kyseliny. [109, 120]

Mastné kyseliny, především C<sub>4</sub> až C<sub>12</sub>, mají nepříjemný zápach. Lojový charakter vůně převládá u vyšších mastných kyselin. Koncentrace těchto kyselin se pohybuje od 2 do 10 mg·l<sup>-1</sup>. [127]

Z nižších mastných kyselin se v šumivých vínech vyskytuje především kyselina octová a mravenčí. Podstatnou část tvoří kyselina octová. Minimální množství vzniká při pH 3 až 3,5, naopak při vysokém pH se množství zvyšuje.

Z vyšších mastných kyselin převládá kyselina propionová a máselná. Tyto kyseliny se váží převážně na vady vína, ve zdravých je pouze stopové množství. [72, 127]

#### **3.5.4.7 Sloučeniny síry**

Významný podíl na tvorbě aroma vína mají sloučeniny obsahující síru. Jejich vliv na sensorické vlastnosti je skutečně různorodý. Mohou totiž působit negativně a tvořit některé defekty v aroma vína (např. sirka), zatímco další, příznivé, mohou zdůraznit typické znaky některých odrůd. Z celkového množství volatilních látek připadá na organické sloučeniny obsahující síru asi 10 %.

Ve vínech byly nalezeny různé sloučeniny síry, od jednoduchých alkyl thiolů nebo mercaptanů po složitější thiolactony a terpenothioly. Ty byly identifikovány v posledních letech a bylo zjištěno, že mají nízké prahové hodnoty spojené s intenzivním aroma. [109, 127]

Sloučeniny síry nacházející se ve víně jsou řazeny do pěti skupin podle struktury, a to na thioly, sulfidy, polysulfidy, thioestery a heterocyklické sloučeniny. Někteří autoři je ovšem rozdělují do dvou skupin podle jejich těkavosti na ty, které mají bod varu pod 90 °C a ty, které mají bod varu nad 90 °C.

Tyto sloučeniny síry mohou být rozděleny na jednoduché alkyl thioly, kde je -OH (hydroxyl-) skupina v alkoholu nahrazena -SH (mercapto-) skupinou, která se vztahuje i na určité terpen-thioly. Kromě toho mohou být mercapto- skupiny přítomny také v alkyl alkoholech, ketonech, aldehydech a esterech. Ostatní sloučeniny mohou mít -S- skupinu (thio-), jak v jednoduchých thioesterech nebo sulfidech, tak v alkoholech, aldehydech, ketonech a esterech. Další složitost může přijít v podobě disulfidů (-S-S-) nebo dokonce trisulfidů (-S-S-S-). [109]

Enzymatická aktivita  $\beta$ -lyázy se podílí na uvolňování thiolů do vonné podoby. K tomuto procesu dochází v průběhu macerace hroznů nebo během kvašení. Délka macerace, teplota při ní, použitý kmen kvasinek, teplota kvašení a způsob výroby rozhoduje o projevu vonných thiolů ve víně. [130]

#### *Zastoupení a výskyt ve víně*

Některé mercapto sloučeniny (označované jako 4MMP, A3MM, 3MM, 4MMPOH a 3HMB) vykazují odrůdový charakter. [109] Jsou zvláště typické pro Sauvignon. Jejich přítomnost se popisuje i v alsaských vínech vyrobených z hroznů odrůd Tramín červený, Ryzlink rýnský a Muškát. Sírné thioly včetně sirovodíku jsou často přítomny a společně s dalšími thio sloučeniny přispívají k chuti vína. [109, 118]

#### *Senzorický vjem*

Sloučeniny síry typu thiol a thio- jsou obvykle spojeny s vadami vína. Dělí se na "lehké" sloučeniny síry (nízký bod varu), jako je dimethyl sulfid, a "těžké" sloučeniny (s vyšším bodem varu) jako methionol, které jsou odpovědné za redukci vůně (tvoří se během stárnutí v láhvi). Tyto sloučeniny mají velmi nízký práh vnímavosti, a proto i při sebemenším zvýšení jejich koncentrace jsou ve víně lehce rozeznatelné. Jedná se především o 4-mercapto-4-methyl-pentan-2-on (4MMP), který může dosáhnout úrovně značně převyšující svou prahovou hodnotu.

Mezi další sloučeniny síry řadíme 3-mercaptohexan-1-yl-acetát, jenž je spojován s ovocnou tropickou a citrusovou chutí mučenky a hroznů, a dokonce s příchutí

černého rybízu. [30, 109] Vonné thioly vyskytující se ve víně mají velmi nízkou koncentraci (v  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ), přičemž jejich aromatická škála je velmi široká (Tab. 11).

Tab. 11: Přehled vonných thiolů [130]

Sloučenina	Char. aroma
Methanthiol	Hnijící voda
Ethanthiol	Cibule, guma, zemní plyn
4MMP (4-mercapto-4-methyl-pentan-2-on)	Sauvignon blanc, černý rybíz
Mercaptohexanol	Černý rybíz, grep, granátové jablko
Thiofen-2-thiol	Spálená guma, pražená káva
2-furanmethanthiol	Spálená guma, pražená káva

#### 3.5.4.8 Volatilní fenolické látky

Jak je uvedeno v kapitole fenolické látky, fenolické a polyfenolické sloučeniny se vyskytují v hroznech, mošttech a vínech v různých podobách a ovlivňují nejen barvu, ale i aromatické složení vín.

##### *Zastoupení a výskyt v hroznech či víně*

Málo těkavé fenoly a fenolové deriváty pocházejí z hroznů. Acetovanillon, který má lehce vanilkovou vůni, je jediná výjimka. Methylantranilát vzniká v malých množstvích v několika odrůdách révy *V. vinifera*, jako je například Rulandské modré, Ryzlink rýnský a Sylvánské zelené, ale je typický především pro révu *V. labrusca*. Dalším důležitým fenolem je 2-fenylethanol, který je typický u odrůd *V. rotundifolia*. 2-fenylethanol a jiné těkavé deriváty fenolu (vanilin, zingeron) se vyskytují jako netěkavé konjugáty v několika odrůdách *V. vinifera*. Jejich uvolnění enzymatickou nebo kyselou hydrolýzou by mohlo mít vliv na aromatický profil vína. [65] Ačkoli mohou přispívat k odrůdovému aroma, významnější vliv mají fenolické látky vznikající během fermentace nebo po ní.

Estery derivátů hydroxyskořicových kyselin, zejména kumarová a ferulová kyselina, jsou zvláště důležité. Hydroxyskořicové kyseliny mohou být metabolizovány na těkavé fenoly různými mikroorganismy. Dva typy fenolů jsou považovány za důležité vinylfenoly (4-vinylguaiacol, 4-vinylfenol) a ethylfenoly (4-ethylfenol, 4-ethylguaiacol).

Vinylfenoly jsou tvořeny enzymatickou dekarboxylací kvasinkami v průběhu fermentace, selektivně, ze dvou skořicových kyselin (p-kumarové, ferulové). Existují rozdíly v obsahu skořicových kyselin s ohledem na odrůdu a podmínky zrání. Koncentrace jsou vyšší u přezrálých hroznů pěstovaných v horkém podnebí. [109, 113]

#### *Senzorický vjem*

Vinylfenoly a ethylfenoly mohou poskytnout vínu pikantní, farmaceutické, kořenité (hřebíček), kouřové, fenolické či živočišné vůně. Negativní aroma je často detekováno, pokud obsah ethylfenolů překročí  $400 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  a  $725 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  u vinylfenolů. [65]

### **3.5.5 Terciální aroma**

Výroba šumivých vín metodou sur lie zahrnuje dva hlavní odlišné kvasné kroky. Prvním krokem je podobně jako u většiny bílých tichých vín fermentace, která vede k výrobě základního vína. U sekundární fermentace se toto základní víno smísí s kombinací kvasinek, sacharózy a bentonit neboli tirážním likérem a následně se plní do lahví a nechá se fermentovat a vyzrávat na kalech. Na konci období vyzrávání na kalech jsou kvasinkové buňky odstraněny degoržováním z láhví. V průběhu tohoto procesu zrání probíhá degradace buňky za působení vlastních enzymů buňky. Jedná se o velmi pomalý proces, který je pozorován pouze po buněčné smrti. Jeho účinkem je obohatit víno jak rozpustnými nízkomolekulárními sloučeninami, tak i koloidy. [16]

Během ležení na kalech získají šumivá vína své charakteristické aroma a chuť, které jsou výsledkem autolýzy kvasinek s uvolněným buněčným obsahem a jeho rozkladnými produkty ve víně. [131] Autolytické a enzymatické reakce dodávají vínům zrajícím na kalech komplexnější volatilní profil. Příprava základního vína, sekundární fermentace, autolýza z kalů a doba zrání v kontaktu s těmito vinnými kaly

jsou nejdůležitějšími faktory, které ovlivňují senzorickou kvalitu šumivých vín. [132-135]

K autolýze kvasinek dochází během tohoto dlouhodobého styku. Autolýza je pomalá, spojená s buněčnou smrtí, a zahrnuje hydrolytické enzymy, které působí na uvolnění cytoplazmatické (peptidy, mastné kyseliny, nukleotidy, aminokyseliny) a buněčné stěny (mannoproteiny), přičemž se uvolňují dané látky do vína. Nízká teplota stárnutí způsobuje nízkou úmrtnost a nízký výnos enzymatické reakce. [3] Několik autorů zmiňuje výměnu dusíkatých látek a cukerné složky mezi kvasničnou biomasou a prostředím autolýzy jako markerů autolýzy: aminokyseliny představují prekurzory aroma a mannoproteiny vazebné sloučeniny. [132-135]

Terciární aroma vzniká důsledkem několika enzymatických a chemických reakcí, které probíhají v průběhu stárnutí vína. V závislosti na druhu stárnutí je možné rozlišovat mezi oxidačním buketem (v dřevěných sudech) a reduktivním buketem (v láhvích). Během těchto procesů některé aromatické sloučeniny zvyšují či snižují koncentraci. S ohledem na typ a technologii vína se v souvislosti s šumivými víny hovoří o reduktivním buketu. [136]

#### **3.5.5.1 Změny v koncentraci terpenů a vyšších alkoholů**

V průběhu autolýzy jsou také produkovány terpenické alkoholy a vyšší alkoholy. Během prvních tří měsíců zrání došlo k nárůstu těchto identifikovaných sloučenin: geraniol,  $\alpha$ -terpineol, citronelal, linalool a farnesol. Tyto sloučeniny mají nízkou hladinu vnímání v rozmezí 100 až 300  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Farnesol významně přispívá ke kvalitě aromatiky šumivého vína a nerolidol připomíná typickou toastovou vůni v Champagne. Rychlá tvorba vyšších alkoholů isoamylalkoholu a 2-fenylethanolu (vůně růže) byla také pozorována v průběhu autolýzy šumivého vína. [137, 138]

Během stárnutí probíhají u terpenů velmi komplexní reakce, kdy dochází k:

1. snížení koncentrace alkoholů monoterpenů (linalool, geraniol a citronello),
2. zvýšení koncentrace izomerů oxidů linaloolu, oxidů nerolu, trimenolu,  $\alpha$ -terpineolu, hydroxylinaloolu a hydroxycitronellolu. [139]



Linalool je jedním z hlavních terpenů v odrůdě Ryzlink rýnský a postupně u něj dochází ke snižování koncentrace, zatímco obsah jeho oxidů se zvyšuje. Linalool má květinové aroma růže, zatímco  $\alpha$ -terpineol má květinové aroma a oxidy linaloolu mají zatuchle borovicový vjem. Například Ryzlink rýnský s obsahem linaloolu  $400 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  (nebo  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) obsahuje po 3 letech stárnutí pouze  $50 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ , což je pod jeho hranici smyslového vnímání ( $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Tento pokles koncentrace je údajně patrný v aroma vína. Avšak dochází ke zvýšení obsahu oxidů linaloolu, které mají mnohem vyšší práh vnímání než linalool sám. Aroma je také ovlivněno nárůstem v  $\alpha$ -terpineolu. [109, 139]

### 3.5.5.2 Změny v koncentraci aldehydů

Většina aldehydů během stárnutí vymizí, zůstává jich zhruba deset. I když nejsou detekovány pomocí GC, pouze furfural byl identifikován a kvantifikován, hraje důležitou roli v buketu šumivého vína (Tab. 12). [140]

Tab. 12: Zastoupení aldehydů v terciálním aroma [109]

Terciální aroma – aldehydy	Charakteristické aroma
Octanal (capryl aldehyd)	Zelené, mastné, pomerančové
Nonanal (pelargonaldehyd)	Mýdlová, kovová vůně
(E)-non-2-en-al (trans 2-nonenal)	Dřevěné, papírové
(Z)-non-2-en-al (cis 2-nonenal)	Mastné, žluklé, lepenka
Decanal	Mýdlové, citrusové
Dodecanal	Mýdlové
Phenyl-ethyl-aldehyd	Květinová, růže, medová vůně
Furfural	Mandle
Benzaldehyd	Hořké mandle

Zastoupení 3-metylbutanal je v šumivých vínech nejhojnější, což představuje asi 40 % z celkového počtu aldehydů a může být vytvořen prostřednictvím mechanismu zahrnujícího oxidaci isoamylalkoholu. Většina z identifikovaných aldehydů je

zastoupena na úrovni blíží se nebo větší, než je úroveň vnímání. Aldehydy jsou popsány jako mající travnatý zápach, který negativně ovlivňuje organoleptické vlastnosti, i když většina z nich zmizela v průběhu zrání. Nevytváří však pouze terciální aroma, ale i sekundární. [138, 141]

### 3.5.5.3 *Změny v koncentraci esterů*

Hlavní skupinou těkavých látek uvolňovaných během autolýzy jsou estery, jak kvalitativně, tak kvantitativně. Estery s krátkým řetězcem (C3-C4) a se středně dlouhým řetězcem (C6-C12) s charakteristickou ovocnou vůní se objeví na začátku autolýzy kvasinek a pak se sníží. Estery s dlouhým řetězcem byly zjištěny rovněž u šumivého vína po delším ležení na kalech. [137, 138]

Během stárnutí dochází ke změnám v obsahu, a to především v:

1. poklesu koncentrace alkylacetátů, např. ethyl-acetátu a ovocných esterů jako isoamylu a isobutylacetátu,
2. zvýšení mono- a dikarboxylových ethyl esterů z různých kyselin, např. diethyl sukcinátu, ethylhexanoátu a ethyl-laktátu. [109]

Tyto změny byly mnohokrát studovány a vzhledem k době stárnutí mohou a jsou používány k určení „stáří a zralosti“ šumivého vína. Právě ethyl estery, u kterých dochází ke zvyšování koncentrace, se zdají být typické při zrání vína. [110]

Za hlavní složku aromatického profilu šumivých vín bychom mohli označit skupinu ethyl esterů mastných kyselin (zejména ethyl hexanoát, ethyl oktanoát, a ethyl dekanoát). Dalšími charakteristickými estery byly ethyl-9-decenoát, ethyl laktát a diethyl sukcinát. Ethyl-9-decenoát byl nalezen u většiny vzorků šumivých vín ihned po fermentaci, zatímco ethyl laktát a diethyl sukcinát jsou postfermentační těkavé látky vzniklé při zrání s kaly z druhé fermentace. Koncentrace diethyl sukcinátu se zvyšuje v průběhu zrání. Diethyl sukcinát je považován za hlavní ukazatel vývoje šumivých vín během skladování. [53, 138]

Diethyl sukcinát se svým ovocným nebo květinovým aroma, může být dobrým ukazatelem stárnutí v průběhu celého období. V průběhu stárnutí v kontaktu s kaly se

obsah acetát esterů snižuje, což má za následek snížení svěžesti. Podle některých autorů má stárnutí v kontaktu s kaly po dobu 18 měsíců vliv na smyslový profil šumivých vín ve smyslu obohacení máslovým či vanilkovým aroma u bílých odrůd. [110, 142]

Různí autoři spojují kvalitu šumivých vín s koncentrací esterů, jako jsou například isoamyl kaproát, oktyl acetát, fenylethyl-acetát, fenylethyl kaprinát, ethyl-linoleát a diethylsukcinát. [137, 143]

#### **3.5.5.4 Změny v koncentraci ostatních sloučenin**

Obsah některých odrůdových sloučenin jako například thiolů, norisoprenoidů, lactonů a furanů se v průběhu stárnutí zvyšuje.

Lactony je také obtížně identifikovat a kvantifikovat kvůli nízké koncentraci, ale mohou být detekovány olfaktometrickou analýzou vzhledem ke svému charakteristickému a žádoucímu aroma, které je opět popisováno jako ovocné, květinové a karamelové. Furany vznikají degradací cukrů a jejich aroma je popsáno jako toastové, po sušeném ovoci nebo karamelové. [110]

Norisoprenoidy, jmenovitě vitispiran a TDN podobně jako diethyl sukcinát, se podle mnohých studií ukázaly být dobrým prostředkem pro určení stáří šumivého vína. Jejich koncentrace se v závislosti na čase zvyšuje. [110, 144]

#### **3.5.6 Volatilní látky a aroma šumivých vín**

##### **3.5.6.1 Složky aromatického profilu šumivých vín**

Každá složka aromatického profilu se prezentuje více nebo méně výrazným smyslovým projevem. V základních vínech a vínech vyrobených metodou Charmat bez ležení na kalech převládají obecně ovocné a florální tóny. Vína, která zrála na kalech, jsou navíc, podle délky doby strávené v kontaktu s autolyzáty, obohacena o tóny kvasničné, toastové, máslové, krémové, sušenkové, oříškové nebo chlebovinkové. Nejčastěji se jako složky aromatického profilu vyskytují estery a v mnohem menší míře terpeny. Je nesporné, že sekundární fermentace a následné zrání na kalech výrazně změní aromatický profil šumivých vín. [53]

Po druhotném kvašení zraje víno na kvasinkových kalech. Stárnutí na kalech trvá po dobu alespoň devíti měsíců, ale může trvat i tři či více let, v závislosti na právních předpisech dané země a použité technologii. Na aroma je kladen nejvyšší důraz producenty kvalitních šumivých vín jako například Champagne. [145] Producenti španělské Cavy tyto vůně empiricky popisují jako kvasničné, nasládlé nebo toastové. Toto označení může pramenit z nárůstu citrusovo-jablečných tónů v červených (blanc de noirs) a vanilkovomáslových tónů v bílých vínech (blanc de blancs), která strávila 18 měsíců na kalech po skončení sekundární fermentace. [146]

Tab. 13: Sloučeniny přispívající k vůni šumivého vína [147]

Estery	isoamyl kaproát oktyl acetát fenylethylacetát fenylethyl kaproát ethyl linoleát diethyl-sukcinát
Terpenové sloučeniny	linalool α-terpenol nerolidol farnesol
Vyšší alkoholy	isoamyl alkohol fenylethylalkohol
Další těkavé sloučeniny	methyl 2-etoxy-2-furan dimethyl-4,5-tetrahydrofurane-2-3-dion 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaftalen vitispiran

Mnoho těkavých látek uvolněných během autolýzy kvasinek má nízkou koncentraci, která je pod úrovní prahového vnímání. Tabulka (Tab. 13) ukazuje sloučeniny, které nejvíce přispívají k charakteristické vůni šumivého vína. [147]

Francioli [53] nedávno charakterizoval těkavé sloučeniny uvolňované během autolýzy. Objevené acetáty se snižují v průběhu zrání, zatímco diethylsukcinát, vitispiran a TDN se průběhu času zvyšují. Uvolnění hexanolu a 2-fenyletanolu bylo prokázáno v průběhu autolýzy. Sloučeniny jako vitispiran, TDN a diethylsukcinát mohou být dobrými znaky zrání a mohou nám pomoci rozlišovat mezi mladými a naleželými šumivými víny. Byl také studován původ post-fermentačních vůní při zrání v láhvi v kontaktu s kaly. Riu-Aumatell [138] získal podobné výsledky, kde některé vysokomolekulární acetáty a ethyl a isoamyl estery jsou typické aroma sloučeniny pro mladá šumivá vína a naproti tomu vitispiran, diethyl sukcinát, TDN, hexenol a ethylacetát jsou typické aroma sloučeniny při dlouhém zrání na kalech. [138, 148]

### **3.5.6.2 Změny aroma během procesu zrání na kvasničných kalech**

Vývoji aromatického profilu během ležení na kalech se věnovala řada studií s různými výsledky a interpretacemi jejich autorů. V některých aspektech se jejich názory obecně setkaly a můžeme je popsat následovně:

1. zvýšení diethyl-sukcinátu a jiných ethylesterů organických kyselin;
2. snížení acetátů (zejména 2-fenylethyl, hexyl a isoamyl acetáty);
3. změny v obsahu ethylesterů mastných kyselin;
4. zvýšení sírných a dusíkatých sloučenin. [6]

Většina studií se shoduje, že autolýza kvasinek hraje důležitou roli ve vývoji aromatických vlastností. Šumivé víno vyrobené pomocí tradiční metody zrání na kalech zahrnuje dlouhou dobu kontaktu mezi kaly a vínem (měsíce či roky). Během tohoto období mohou být různé sloučeniny, jako jsou lipidy, sacharidy, aminokyseliny, peptidy a těkavé látky, uvolněny během procesu autolýzy. [135, 149]

Tabulka (Tab. 14) ukazuje těkavý profil základních vín a jejich porovnání se šumivými víny.

Tab. 14: Obsah volatilních látek před a po sek. fermentaci a jejich sensorický vjem [6]

Volatilní (těkavé) látky [mg·l <sup>-1</sup> ]	Zákl. víno	Po sek. fer.	Popis vůně
Ethyl isobutyrát	0,03	nd	sladká, guma
Isobutylacetát	0,054	nd	ovoce, jablko, banán
Ethyl butirat	0,41	0,498	jablko
Ethyl isovalerate	nd	0,033	ovoce
Isoamylacetát	3,086	0,155	banán
Ethylhexanoát	0,868	0,876	jablečná slupka, ovoce
Hexylacetát	0,312	nd	ovoce, bylinky
cis-3-hexenyl acetát	0,029	nd	banán
Ethyllaktát	7,532	81,29	ovoce
Hexanol	0,938	1,268	pryskyřice, květina
cis-3-hexenol	0,217	0,315	tráva
Ethyl oktanoát	1,170	1,049	ovoce, tuk
Furfural	nd	0,576	chléb, mandle, sladký
Octyl acetát	0,009	nd	ovoce
Benzaldehyd	0,083	nd	mandle, karamel
Linalool	0,004	0,005	květiny, levandule
Kyselina isomáselná	0,563	nd	žluklý, máslo, sýr
Kyselina máselná	0,06	nd	žluklý, sýr, pot
Ethyl-dekanoát	0,261	0,066	hrozny
Diethylsukcinát	nd	8,113	víno, ovoce
Isoamyl oktanoát	0,036	nd	
Kyselina isovalerová	0,074	nd	pot, kyselina, žluklý
Methionol	3,249	3,469	sladká, brambory
Citronellol	0,004	nd	růže
2-fenylethylacetát	0,255	nd	
β-Damascenon	0,129	0,065	jablko, růže, med
Hexanová	6,262	6,162	pot
Benzylalkohol	nd	0,104	
Isoamyl dekanoát	0,042	nd	
2-fenyletanol	12,936	18,89	med, koření, růže,
Dihalogenoktanové kyseliny	8,691	6,331	pot, sýr
g-Decalacton	0,002	nd	pot, tuk
4-Vinylguayacol	0,148	nd	koření, peprný
4-Vinylfenol	0,05	nd	skořápka mandle
Acetal (1,1-diethoxyetan)	nd	0,724	ovoce, smetana
Diacetyl	nd	0,017	máslo
Acetoin (3-hydroxybutanoate)	nd	3,754	máslo, smetana
Acetaldehyd	47,206	33,222	štiplavý, rozpouštědlo
Ethyl acetát	43,944	32,583	ananas
Isobutanol	20,5	18,186	víno, rozpouštědlo,
Isoamylalkohol	149,222	19,808	whisky, slad, spálený
vitispiran	nd	0,123	kafr
TDN	nd	0,066	petrolej

U šumivých vín je zajímavé sledovat a srovnávat sensorický profil a aroma sloučenin u základních vín a vín po sekundární fermentaci s různou dobou zrání na kalech, abychom mohli porovnat parametry kvality a popis správného sensorického vývoje těchto speciálních vín. [150]

Tento proces hraje velmi důležitou roli při změně aroma u šumivých vín. Kaly se skládají hlavně z kvasinkových buněk, přičemž vnější část kvasinek je v neustálém kontaktu s vínem. Tato buněčná stěna tvoří mezi 25 a 50 % z objemu buněk a je strukturována ve vnitřní síti rozvětvených glukanuů a ve vnější vrstvě mannoproteinů. [132, 151] Tyto sloučeniny dávají buňce fyzikálně-chemické vlastnosti, které umožňují kvasinkám a kalům interakci s jinými sloučeninami. Sorpční kapacita na povrchu kvasinek a kalů s několika organickými látkami byla prokázána na modelu vína obsahujícího estery, vyšší alkoholy a  $\beta$ -ionon, což vedlo k získání zvýšené retence v roztoku. Kvasinky by mohly působit jako lipofilní matrice, která by mohla udržet velké množství aroma. Tato lipofilní matrice by v průběhu zrání a denaturace buněčných stěn mohla uvolnit aromatické sloučeniny do vinného média. [152]

Kvasniční kaly mohou do vína vydat nejen různé skupiny těkavých sloučenin, ale mohou také opravit některé těkavé sloučeniny, jež mohou vést k složité rovnováze vůní, které ovlivňují jejich kvalitu a přispět ke zrání vína. [3]

Mezi hlavní skupinu sloučenin pozorovaných kvantitativně i kvalitativně během období autolýzy byly estery. Ovocné vůně jsou detekovány na začátku kvasinkové autolýzy, a to zejména kvůli uvolnění ethylesterů. Zvýšení mastných esterů s dlouhým řetězcem (C14, C16, C18) bylo rychlejší než u mastných esterů s krátkým řetězcem. Množství acetátových esterů (hexyl acetát, fenylethyl-acetát, oktyl acetát atd.) se snižuje po zrání s vinnými kaly a některé z těchto esterů není možné následně zjistit v šumivém víně. Podle literatury se zastoupení těchto acetátových esterů sníží v průběhu výroby. [138] Pokles některých pozorovaných esterů může být způsoben hydrolyzační aktivitou esteráz uvolněných kvasinkami během průběhu fermentace. [153]

Chalier [134] uvádí, že některé kvasné kaly vylučují mannoproteiny, které by mohly být v interakci s těkavými sloučeninami, což vede k smyslovým změnám ve víně. Terpeny, jako je citronellol, laktony, jako je decalacton a C13-norisoprenoidy, jako je damascenon, jsou popsány při zrání na kalech u šumivých vín. Přítomnost těchto látek je u vín žádoucí, a to z důvodu květinových a ovocných tónů, které poskytují. [153] Enzymatická aktivita kalů pravděpodobně způsobuje uvolňování několika sloučenin z jejich glykosidických prekurzorů. Benzylalkohol byl nalezen v odrůdě Macabeo a ve formě glukopyranosidu v hroznech Chardonnay, a proto potenciál vůně finalizovaného šumivého vína různých základních vín by mohl hrát důležitou úlohu. Jak již bylo popsáno, enzymatická aktivita kvasinkových kalů může způsobit uvolňování těchto těkavých sloučenin během kvašení, stárnutí nebo finalizace vína. [6, 154]

Sloučeniny, jako je TDN a vitispiran nejsou zjištěny v základním víně, ale jsou však zjištěny v šumivém víně. Naproti tomu zvýšené množství sloučenin, jako je furfural, benzylalkohol, acetal, diacetyl a acetoin jsou identifikovány v šumivém vínu oproti vínu základnímu. TDN a vitispiran hrají důležitou roli při odrůdovém charakteru vína. Jejich výskyt je způsoben degradací karotenoidů v přítomnosti kyslíku nebo působením slunce. [53, 110]

Charakteristická vůně šumivých vín se získává hlavně během procesu zrání při výskytu kvasinek – autolýzy a fyzikálně-chemické změny. Isoamyl a hexyl acetáty, ethyl-dekanoát, 2-fenylethyl acetát a vitispiran jsou markery mladých šumivých vín (< 9 měsíců). [138]

Kvasinky obsahují enzymy a současně se podílejí na tvorbě a degradaci esterů. Kromě toho některé estery, zejména estery s dlouhým řetězcem, mohou být absorbovány buněčnými stěnami. Výskyt 2,6,6-Trimethyl-10-methyliden-1-oxaspiro [4,5] dec-8-en (vitispiran) a 1,2-dihydro-1,1,6-trimethylnaphthalene (TDN) byl potvrzen u šumivých vín, která zrála na kvasničných kalech (> 20 měsíců), zatímco diethyl sukcinát může být přítomný ihned po sekundární fermentaci a také po celé období zrání na kalech. Vitispirany mohou pocházet z hydrolýzy glykosidicky vázaných prekurzorů, které



jsou odvozené od jejich obsahu. TDN může vznikat přímou degradací kalů s využitím neaktivních kvasinek během kvašení vína jako produkt karotenoidů. [6]

Furany jsou sloučeniny odvozené od degradace cukru. Jsou částečně zodpovědné za kvasnicový a toastový tón nazrálého vína. Maillardova reakce je výhradně odpovědná za tvorbu furfuralu a jeho kvasnicové aroma. Tato sloučenina může být vnímána jako chléb, mandle, sladká chuť nebo sýr či štiplavost. Vůně některých šumivých vín je spojována v souvislosti s oxidací aldehydů. [58, 155-157]

Sírné sloučeniny hrají důležitou roli u aroma šumivých vín. Smyslový význam je hlavně u 2-methyl-3-furanthiol a 2-furanu methanthiolu vytvořeného Maillardovou reakcí. Přítomnost těchto těkavých thiolů byla u některých vín také pozorována. 2-furfurylthiol má silné aroma pražené kávy a bylo prokázáno, že přispívá k aroma pražené kávy některých vín, jako je Champagne. [52, 158]

Aromatické sloučeniny obsahující síru mají různé sensorické vlastnosti v závislosti na poloze atomu síry v molekulách a jejich koncentraci. Tyto sloučeniny mohou být nalezeny v mnoha potravinách jako je káva, maso, mučenka, cibule, šunka nebo víno. Většina z nich se projevuje negativním smyslovým vjemem jako je zelí, shnilé vejce, sirná vůně, česnek, cibule a guma. Nicméně některé sloučeniny síry mohou připomínat pozitivní vůni, jako jsou jahody, mučenka, grapefruit či krušpánek. Navzdory jejich smyslovému významu a nízké hladině těchto látek ve vínech je jejich analytické stanovení velmi obtížné. Nicméně některé sloučeniny obsahující síru jsou popsány v šumivých vínech (4-merkapt-4-methyl-2-pentanonu, 3-mercaptohexanol, 2-methyl-3-furanthiol, a 2-methyl-3-furanmethanethiol). [52, 157, 159]

### ***3.5.6.3 Vliv světla na aroma šumivého vína***

Studii na vývoj aromatického profilu hotových šumivých vín (finalizovaných šumivých vín po degoržování) během zrání v láhvích je méně. Předmětem zkoumání bylo zjistit účinek expozice fluorescenčního světla na víno. Známy je efekt vystavení šumivého a tichého vína fluorescenčním zářivkám. Pokus se dělal v zelených i bílých láhvích. [160] S rostoucím časem vystavení světlu byl v bílých láhvích

pozorován pokles intenzity citrusových aromat a nárůst intenzity aromat podobných vařenému zelí či kukuřici, mokrému psovi, vlhké vlně či sóji. [6, 161]

### 3.6 Polysacharidy

Činnost glukonázy a proteázy vede k uvolnění polysacharidů během autolýzy u šumivých vín. Jde o rozpad glukanu a uvolňování mannoproteinů z buněčné stěny. [135] Tyto makromolekuly obsahují hlavně glukózu (74 %) a manózu (26 %). Poměr manózy ke glukóze se zvyšuje během autolýzy zřejmě kvůli mannoproteinu uvolněnému po degradaci glukanu. Ve vínech se koncentrace polysacharidů velmi liší. Úroveň polysacharidů se u šumivého vína zvýšila z  $366 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  u základního vína na  $602 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  po devíti měsících zrání. [3]

V průběhu zrání šumivých vín v kontaktu s kvasinkami se koncentrace polysacharidů obsahujících glukózu a manózu se ve své struktuře zvyšuje tří- nebo čtyřnásobně. Pozorované rozdíly v množství mannoproteinů a dalších polysacharidů uvolněných v průběhu autolýzy do vína kvasinkami závisí na několika proměnných, jako je například kmen kvasinek, teplota a doba zrání. [151]

Mannoproteiny z buněčné stěny kvasinek hrají klíčovou roli při stabilitě vína a v organoleptických vlastnostech sektu. U mannoproteinů bylo prokázáno, že snižují tvorbu zákalu. Přítomností mannoproteinů velikost částic proteinů poklesne a v důsledku toho se zákal snižuje. Mannoproteiny mají schopnost také zabránit vysrážení vinného kamene. Mannoproteiny mají vliv na rychlost růstu krystalů, jelikož se váží na růstových místech krystalu, a tím blokují růst krystalové mřížky. [162, 163]

Také byl zkoumán účinek koloidů, tedy makromolekul, na kvalitu pěny. Látky, které se vysráží v ethanolu, byly nalezeny mezi sloučeninami přítomnými v pění. To naznačuje přítomnost makromolekul. Pro kvalitu pěny šumivých vín jsou důležité neutrální polysacharidy. Pro dobrou a stabilní pěnu se zdá být optimální doba zrání 18 měsíců, protože po 18 měsících dojde ke snížení kvality pěny. Tento jev je doprovázen zvýšením monomerních sloučenin jako je fruktóza, což je s největší pravděpodobností důsledek hydrolýzy rostlinných složek enzymy kvasinek uvolněnými při autolýze. [18, 45, 57, 164]

Mannoproteiny přispívají k pocitu plnosti vína v ústech. Byl definován index k vyhodnocení těla (plnosti chuti) vína. Ten ukázal, že mannoproteiny zvyšují index plnosti chuti. Mannoproteiny mají také vliv na intenzitu a přetrvávání (perzistenci) vůní vína. [165, 166]

### 3.7 Lipidy

Lipidy, které se uvolňují při autolýze a jsou přítomny v nižších množstvích, jsou důležitou součástí šumivého vína, protože jsou velkým zdrojem chuťových látek a také ovlivňují stabilitu pěny, což může hrát důležitou roli při sensorickém charakteru konečného vína. V průběhu sekundární fermentace se obsah lipidů zvyšuje. Během zrání se koncentrace polárních lipidů snižuje, zatímco koncentrace neutrálních lipidů (tj. mono-, di- a triglyceridy) se zvyšuje. Koncentrace triacylglycerolů, 1,3- diacylglycerolů, 2-monoacylglycerolů, volných mastných kyselin, esterů sterolu a steroly se zvýší po dvou dnech autolýzy a potom se sníží, pravděpodobně v důsledku hydrolytických enzymů kvasinek. Žádný z fosfolipidů nebyl uvolněn do média, což může znamenat, že veškeré fosfolipidy jsou degradovány. [167, 168]

V kvasinkových buňkách jsou lipidy většinou spojeny s plazmatickou membránou a buněčnou stěnou. Malé množství je také v cytoplazmě. V průběhu autolýzy jsou lipidy degradovány na mastné kyseliny. Tyto mastné kyseliny jsou nasycené a skládají se z 8 až 16 atomů uhlíku. Po uvolnění mohou být tyto mastné kyseliny zapojeny do tvorby esterů, aldehydů a jiných těkavých sloučenin. Mastné kyseliny a ostatní mastné kyseliny odvozené od těkavých sloučenin mohou mít významný dopad na chuť šumivých vín. [169]

Zajímavý je vliv mastných kyselin (volných a vázaných jako ethylestery) na pění šumivého vína. Volné mastné kyseliny C<sub>8</sub>, C<sub>10</sub> a C<sub>12</sub> negativně souvisely s kvalitou pěny, zatímco ethylestery hexanové, oktanové a dekanové kyseliny pozitivně ovlivnily kvalitu pěny. Hodnota kvality pěny byla přímo úměrná poměru esterifikovaných a neesterifikovaných mastných kyselin. Nebyl pozorován žádný vliv na dobu stability pěny. Kromě toho linolenová a palmitolejová kyselina byly nejlepšími ukazateli stability pěny. [170]

### 3.8 Nukleové kyseliny

RNA tvoří 5 až 15 % a DNA 0,1 až 1,5 % suché hmotnosti buněk. Byla prokázána ztráta nukleových kyselin v kvasinkových buňkách a zvýšení koncentrace nukleových kyselin v šumivém víně, ke kterému došlo především v prvních 10 až 15 měsících zrání na kalech. Na konci 15. měsíce skladování se koncentrace nukleových kyselin v kvasinkových buňkách snížila o 16 % oproti původní hodnotě. Toto pomalé uvolňování nebo degradace nukleové kyseliny je z důvodu nepříznivých podmínek pro proces autolýzy u šumivého vína. Rychlé uvolňování nukleových kyselin bylo pozorováno u celkové koncentrace nukleových kyselin u sektu zrajícího na kalech po dobu 5 měsíců při teplotě 21 °C. Koncentrace se zvyšovala ze 130  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  na 340  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  během 80 dnů. Po uplynutí této doby došlo k relativně malému uvolnění nukleových kyselin do vína (dále 4 % za 50 dnů). [3, 171]

Nízká hladina DNA detekované v autolyzátu odpovídá aktivitě DNázy. Degradace DNA vyžaduje několik aktivních enzymů a vede ke vzniku oligonukleotidu, nukleotidu a degradačních produktů nukleosidu. Převaha deoxyribonukleotidů v autolyzátu ukazuje, že endo- a exonukleázy jsou primárně zapojeny do procesu degradace. V průběhu autolýzy bylo degradováno až 55 % z celkové DNA, která uvolňuje 3'-5'-deoxyribonukleotidy. I za optimálních podmínek autolýzy jsou některé části DNA odolné vůči autolytické degradaci. Předpokládá se, že přítomnost ethanolu a nižší pH a teplota mohou mít za následek mnohem nižší degradaci DNA. [168, 172]

Více než 95 % z celkového obsahu nukleových kyselin v buňkách kvasinek připadá na RNA. Degradace RNA je klíčovou reakcí autolýzy kvasinek a až 95 % buněčné RNA může být degradováno. [173] Nukleotidy, zejména 5'-nukleotidy, jako jsou 5'-GMP (guanosin-5'-monofosfát) a 5'-IMP (inosin 5'-monofosfát), mohou být důležitými aromatizačními činidly. Tyto sloučeniny mají malou nebo žádnou příchuť nebo aroma, pokud se vyskytují samy, ale mohou zlepšit chuť a pocit v ústech v kombinaci s jinými sloučeninami. Ribonukleotidy byly zjištěny pouze u kvasinek autolyzátu ve studii o Champagne. Maximální koncentrace celkových nukleotidů byla velmi nízká, s maximálně asi 3  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  u vína zrajícího na kvasinkách 9 let. U mladých vín je

nejdůležitější nukleotid 5'-UMP, ale po 2 letech zrání se jeho koncentrace snižuje, zatímco koncentrace 5'-GMP se pozvolna zvyšuje. Prahové hodnoty u nejrepresentativnějších nukleotidů v Champagne byly vyšší než koncentrace nalezené v jiných šumivých vínech. Koncentrace nukleotidových monofosfátů se pohybovaly v rozmezí od 50  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  do 500  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nukleotidy jsou u vína přítomny v komplexní směsi s organickými kyselinami, fenolickými sloučeninami, peptidy atd. [172-174]

## 4 METODIKA

### 4.1 Materiál

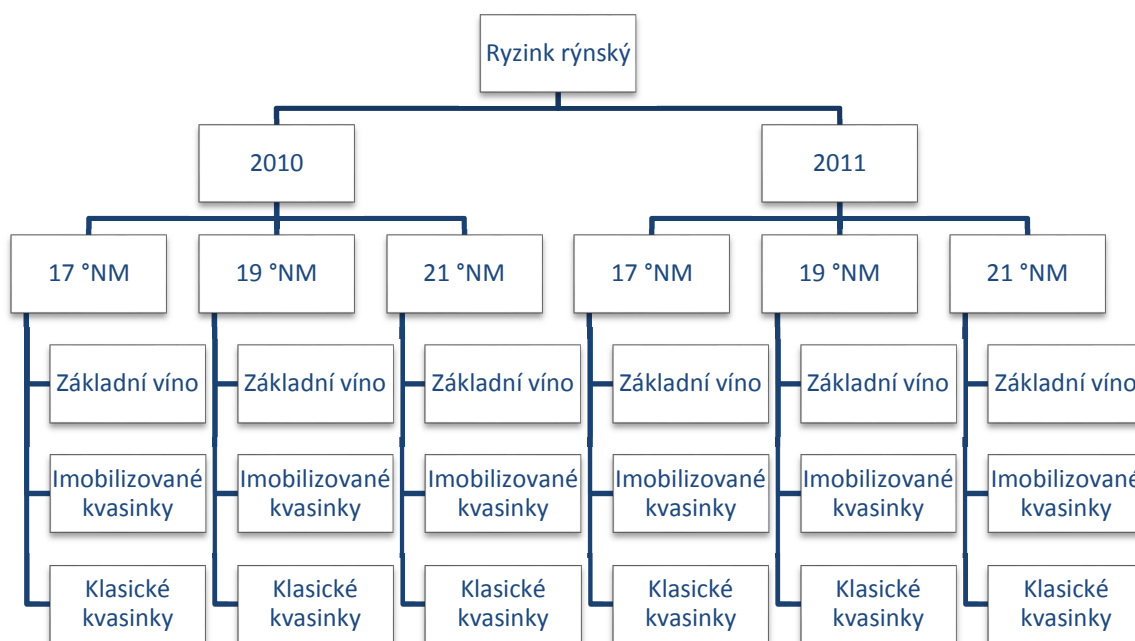
#### 4.1.1 Stanoviště

Pokus bude proveden ve vinicích v k. ú. Velké Němčice, trať Punty u odrůd Tramín červený (TČ), Rulandské bílé (RB), Rulandské modré (RM), Ryzlink rýnský (RR), Sauvignon (SG). Experimentální vinice jsou vysázeny v několika blocích, ve sponu 2,2 x 0,9 m, s opěrnou konstrukcí z ocelových sloupků o výšce 2,0 m. Tento spon odpovídá počtu přibližně 5000 keřů na 1 ha plochy. Vodící drát je uložený ve výšce 0,9 m, první dvojdrátí ve výšce 1,30 m, druhé dvojdrátí 1,60 m a třetí 1,90 m nad povrchem terénu. Keře jsou zapěstovány na středním vedení vrcholového typu s jedním tažněm. Jedná se o produkční vinice staré 7 – 9 let. Vinice je vysázena na pozemku v trati Punty s nadmořskou výškou 186 m. n. m. Oblast je charakterizována jako teplá, podoblast suchá, okrsek teplý a suchý s mírnou zimou.

#### 4.1.2 Schéma pokusu

Pokus této disertační práce je proveden u čtyř bílých a jedné červené moštové odrůdy, které jsou běžně pěstovanými odrůdami v České republice. A to Rulandské bílé, Ryzlink rýnský, Tramín červený, Sauvignon a Rulandské modré. Hrozny byly sklizeny při tzv. technologické zralosti, když obsahovaly 170, 190 a 210 g·l<sup>-1</sup> cukru (cukernatost 17, 19, 21 °NM) a 8 až 11 g·l<sup>-1</sup> kyselin. Takto zpracované hrozny obsahují tedy více kyselin a mají nižší pH. Kyseliny a pH jsou důležité vlastnosti ovlivňující svěžest požadovanou u šumivých vín. Vinice byla ošetřována způsobem integrované produkce hroznů.

Schéma pokusu znázorňuje rozdělení s členěním pokusu dle odrůdy, ročníku, cukernatosti moštu a typu vína (Graf 1).



Graf 1: Schéma pokusu

Toto schéma znázorňuje celkem 15 variant zkoumaných typů vín. Těchto 15 variant je pro jednu odrůdu. Pokud vezmeme v potaz všech pět porovnávaných odrůd (Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený), bylo v součtu analyticky a senzorycky hodnoceno celkem 90 vzorků vín.

### 4.1.3 Odrůdová skladba

#### 4.1.3.1 Ryzlink rýnský

Ryzlink rýnský (zkratka **RR**, nejčastěji nazývaný pouze *Riesling*) je starobylá, velmi ceněná moštová odrůda révy vinné určená k výrobě kvalitních bílých vín. Předpokládá se, že pochází z území dnešního Německa, konkrétně z údolí řeky Rýn. Kromě názvu "Ryzlink" tato odrůda nemá nic společného s odrůdou Ryzlink vlašský. Dle posledních genetických výzkumů lze v rodokmenu odrůdy Ryzlink rýnský objevit odrůdu Heunisch weiss, která má svůj původ ve starořímské kolonii Panonie.

Dnes se RR pěstuje po celém světě a je řazen mezi nejkvalitnější odrůdy pro výrobu bílých vín. Nejvíce jsou ceněny vyšší kvalitativní třídy přívlastkových vín.

Tradičními oblastmi pěstování jsou kromě Německa ještě Francie, hlavně oblast Alsaska a Moselle, Rakousko, Lucembursko, Austrálie, Moldávie, Nový Zéland.

Vína Ryzlinku rýnského mají zelenožlutou barvu a s přibývajícím zralostí se objevují zlatavé odstíny, u bobulových výběrů až jantarové. Podle půdního typu a ročníku mají vína širokou škálu vůní. Může se jednat o vůně ovocné – broskev, růže, nezralé jablko, citronová kůra, kdoule a někdy i meruňka, případně ananas. Mohou být i kořenité, minerální, zemité či kouřové. Při zrání vína se objevuje med, marcipán, mandle a hrozinky. Z příliš horkých lokalit, kde se bobule opalují až do hnědava, může zavánět petrolejem a kerosinem. V chuti hraje velkou úlohu kyselina a její zralost. Od „ocelové“ kyseliny v nezralých ročnicích přes příjemně říznou až po svěže zralou, která je nezbytnou součástí velkých vín výborných ročníků a současně oporou tvorby buketu a chuťových látek lahvové zralosti.

Odrůda Ryzlink rýnský je typickou odrůdou, která se hojně využívá při výrobě kvalitních šumivých vín v německých vinařských oblastech Mosely a Porýní.

#### **4.1.3.2 Rulandské bílé**

Rulandské bílé (zkratka **RB**, mezinárodně používaný název *Pinot Blanc*) je starobylá moštová odrůda pocházející pravděpodobně z oblasti Burgundska, vzniklá spontánní pupenovou mutací odrůdy *Rulandské šedé (Pinot Gris)*, selektovaná dále v Alsasku v 19. století šlechtitelem Christianem Oberlinem. V Alsasku se nicméně odrůda prokazatelně pěstuje již od 14. století. O faktu, že se jedná o mutaci odrůdy Rulandské šedé, se lze přesvědčit na ojedinělých keřích révy, na kterých se mohou současně vyvíjet bílé i šedé hrozny. Celá skupina odrůd Pinot, tzv. burgundských odrůd, zřejmě pochází z Burgundska a je dnes rozšířena po celém světě.

K tradičním oblastem pěstování odrůdy *Rulandské bílé* patří samozřejmě Francie, odrůda je zde pěstována v Alsasku, v Burgundsku a v oblasti Champagne. Dále ji najdeme v Itálii, v Německu, v Rakousku, ve Švýcarsku, v České republice a na Slovensku.



Při dobré vyzrálosti hroznů je jejich kyselina zralá, což zvyšuje přitažlivost, a při řízeném kvašení se v nich zachovávají i jemné květinové vůně. Ve zralém víně se objevuje vůně hrušek, chlebové kůrky i lískových oříšků. Víno je plné, elegantní, nepostrádá nikdy kyseliny a má dlouhý odchod. Ležením se taková vína ještě více zaplňují a získávají na viskozitě.

Odrůda Rulandské bílé je jednou z původních odrůd pěstovaných v oblasti Champagne a je to také odrůda, která se ve velkém zastoupení používá pro výrobu šumivých vín z vinařské oblasti Morava.

#### **4.1.3.3 Rulandské modré**

Rulandské modré (zkr. **RM**, mezinárodně používaný název *Pinot Noir*) je starobylá, středně pozdní moštová odrůda pocházející pravděpodobně z oblasti Burgundska. Odrůda je tradičně používána k výrobě červených vín a rosé, ale je též jednou ze tří odrůd povolených k výrobě francouzských klasických šumivých vín v oblasti Champagne.

Původní vlastní odrůdy je pravděpodobně francouzské Burgundsko. Odrůdu zde pěstovali patrně již Římané, v díle „De re rustica“ popisuje Columella (1. stol. n. l.) odrůdu, která se dá považovat za dnešní Rulandské modré. Záznamy o existenci odrůdy jsou doloženy již ve 4. století v Burgundsku, v 7. století v Porýní a v 9. století v okolí Bodamského jezera, kam ji mimochodem nechal převézt Karel Veliký roku 881 n. l. Z odrůdy RM se vyráběla vynikající červená vína, která Burgundsko proslavila.

V současné době tvoří odrůda kromě Burgundska základ také další velké francouzské vinařské oblasti, a to Champagne, je totiž jednou ze tří odrůd, povolených k výrobě světoznámých šampaňských vín. Pěstuje se ale i v jiných oblastech Francie, například v Alsasku tvoří téměř 8 % veškeré plochy vinic. Z Francie odrůda pronikla do Německa, zejména do jihozápadní oblasti Bádensko-Württembersko. Odrůda je pěstována v podstatě po celém světě, roku 2005 byla vysazena na cca 60000 hektarech vinic. Najdeme ji například na Novém Zélandu, v Austrálii, v Jihoafrické republice, v Chile, v Itálii, ve Švýcarsku, v Rakousku, na Slovensku atd.

Do Čech dal odrůdu přivést císař Karel IV. z Francie. Traduje se, že první sazenice věnoval nákladníkům (majitelům) hor viničních v Mělníku za pomoc při potírání lapků na řece Labi. Jeden z mělnických měšťanů povolal vinaře i s rodinami z Burgundska, aby zavedli pěstování odrůdy v Mělníku tak, jak se pěstovala v Burgundsku. Na jedné z mělnických vinic byl do kamene opěrné terasy vytesán nápis Chambertin 1348, tedy letopočet a místo, odkud mohla být réva do Čech dovezena.

Vína mají mnoho variant podle světových oblastí, kde se tato odrůda pěstuje, ale i podle toho, jak s nimi vinař zachází. Většinou to jsou vína červená s rubínovou barvou.

Pro výrobu šumivých vín se modré moštové hrozny této odrůdy zpracovávají velmi šetrně, většinou se lisují celé hrozny a získává se bílý mošt a následně i víno se stejným barevným odstínem. Šumivé víno je ve vůni typické svojí jahodovou a třešňovou ovocností spojenou s příjemnou krémovostí. Chuť je taktéž krémově smetanová, ovocitá s příjemnou strukturou a plaností bez výrazných kyselin.

#### **4.1.3.4 *Sauvignon***

Sauvignon (zkratka **Sg**) je starobylá francouzská odrůda révy vinné pocházející patrně z regionu Bordeaux či z vinařských oblastí na Loire. Pravděpodobně vznikla spontánním křížením odrůd Chenin Blanc a Tramín.

Francie je ostatně tradiční oblastí pěstování této odrůdy. Dále je pěstována ve vinařských oblastech takřka celého světa, roku 2007 byla vysazena mimo jiné na Novém Zélandu (pověstná jsou zejména vína z oblasti Marlborough), v Jihoafrické republice, v Austrálii, v Chile, v Itálii, v Rakousku, v Německu, na Slovensku a u nás.

Na naše území se odrůda dostala pravděpodobně s habány v 16. století. V České republice se odrůda pěstuje hlavně ve Znojemské a Mikulovské podoblasti na 5 % veškeré plochy vinic ČR.

V závislosti na stanovišti, ročníku, době sběru, klonu a na technologii tvorby vína se vyvíjejí různé typy vína. V méně příznivých ročnících, v severnějších oblastech a při

vyšší vlhkosti vznikají travnaté, kopřivové, paprikové tóny ve vůni i chuti. Při vyšším slunečním svitu a lepší vyzrálosti hroznů se začínají objevovat ovocné tóny. Napřed černorybízové, angreštové, kiwi s náznakem citronu, později u měkčích a kulatějších vín broskve, nektarinky a meloun. U sladkých výběrů meruňka, pomeranče, ananas a tropické ovoce. Z vyšších sklizní a horších ročníků mohou být vína Sauvignonu lehká a tvrdá, ale většinou se setkáváme s víny plnými, často i s minerální příchutí (na křemičitých půdách), nebo tělnatými z půd hlinitých. Intenzita aromatických látek, kterou vnímáme v mladých vínech současně se svěžestí mladého vína, je pro milovníky Sauvignonu velmi svůdná. Zráním Sauvignon ztrácí mladistvé tóny a narůstá plnost a barevný tón.

Odrůdu Sauvignon v šumivém provedení nejvíce proslavila vína z Nového Zélandu, kde hrozny zrají při nižších teplotách, ale za vyššího počtu slunečních dní. Právě takto zrozená vína dávají tomuto novému stylu šumivých vín nezaměnitelný aromatický a chuťový charakter.

#### **4.1.3.5 *Tramín červený***

Tramín (zkratka **TR**) stojí geneticky velmi blízko k volně rostoucí lesní révě, z níž mohl vzniknout nahodilým křížením s některou dávnou kulturní odrůdou pěstovanou Římány.

Hrozny jsou malé, krátce kónické, s malými, mírně oválnými bobulemi, které mají velmi tlustou slupku, v níž je uloženo mnoho kořenitých, aromatických látek. Barva slupky je červená až šedočervená. Zrání hroznů je střední až pozdní a dosahuje se vysoká koncentrace cukru v bobulích, ale kyseliny mohou až příliš poklesnout.

Vína Tramínu mají intenzivnější barvu než většina ostatních bílých vín – jsou zelenožlutá až zlatožlutá. Pro víno Tramínu je příznačná bohatost omamující vůně a kořenitosti, které jsou u vyšších stupňů predikátních vín podbarveny sladce medovými tóny hrozinek. Pochází-li víno z přiměřeně velké sklizně a vyzrálých hroznů, pak chutná zcela jinak než všechna ostatní bílá vína. Jeho základní vůni lze přirovnat k vůni čajové růže, kterou doprovázejí další odstíny vůní: skořice, květy pomeranče, citrusových plodů, čaje nebo lonicery.

Většina vín Tramínu bývá s menším či větším zbytkem cukru, který podporuje typické aroma a chuť. Vína Tramínu mají dlouhou perzistenci a neslouží k běžnému pití, ale vyžadují odpovídající rozpoložení mysli a dostatek času k vychutnávání všech zážitků, které mohou přinést.

Tramín červený není typickou odrůdou, která je běžně využívána k produkci šumivých vín, ale je to odrůda, která například se Sauvignonem a muškátovými odrůdami tvoří zvláštní skupiny, ze kterých se mohou vyrábět aromatická šumivá vína.

#### ***4.1.4 Charakteristika ročníku***

##### ***4.1.4.1 Ročník 2010***

Rok 2010 jako celek byl z teplotního hlediska v mezích dlouhodobého průměru stanoveného za období 1961 až 2000. Poměrně chladné byly především zimní měsíce na počátku roku, nebezpečím pro vinohrady byla náhlá ochlazení, která nastala během několika hodin, zejména v lednu. K výraznému zpomalení vegetace došlo na jaře, kdy až do konce května byly teplotní sumy v porovnání s předchozími lety nižší. V červnu nastal obrat a rozdíl v teplotních sumách se začal zmenšovat. V první polovině července se sumy teplot pohybovaly nad dlouhodobým průměrem. Nepříznivým jevem pro dozrávání hroznů bylo silné ochlazení na konci srpna a počátku září. V první polovině listopadu bylo zaznamenáno výraznější „pozdní babí léto“, to však již byla většina úrody sklizena. Z hlediska srážek patřil rok 2010 k těm s nadprůměrnými úhrny. Kromě poměrně vysokého počtu dnů se srážkami se zejména v jarních měsících projevila jejich škodlivost i nevhodným načasováním vzhledem k růstovým fázím révy vinné. Za celý rok napršelo na jednotlivých lokalitách od cca 600 mm do více než 800 mm srážek. Od počátku roku do konce dubna se srážky pohybovaly většinou v mezích normálu. Značné množství srážek spadlo v květnu a až do poloviny června se vyskytovalo období s nadnormálními úhrny srážek, kdy jednorázově napršelo 40 a více milimetrů srážek. To značně komplikovalo ošetřování vinic v období silného infekčního tlaku vyvolaného právě těmito dešti. Poté následovalo přibližně jednoměsíční období s nižšími úhrny srážek. Od poloviny

července se odchylky od normálu začaly opět zvyšovat, od srpna do konce vegetace se již nezvyšovaly. Z pohledu ochrany révy vinné se jednalo o výskyt nejvýznamnějších patogenů (padlí révové, plíseň révová, šedá hniloba), a to převážně v intenzitě střední až silnější, zejména v neošetřených lokalitách. Současně se vyskytly silné projevy vrcholové chlorózy způsobené dlouhodobým podmáčením keřů v celém okrese Břeclav, zejména v měsíci červnu. [175]

#### **4.1.4.2 Ročník 2011**

Přezimování keřů révy vinné neproběhlo v roce 2010/2011 zcela optimálně. Vlivem nízkých teplot počátkem roku (až -20 °C) došlo k lokálnímu poškození některých odrůd révy vinné. Poškození keřů se pohybovalo v průměru od 10 % do 50 %, zásadním způsobem se však neprojevovalo na sklizni a celkovém výnosu hroznů. Réva započala fenofázi rašení kolem 10. dubna. Následná kratší, ale teplá perioda uspíšila vegetaci. Počátkem května se objevila typická perioda chladného proudění suchého ledového vzduchu od severovýchodu. Nejkritičtější situace byla ve vinařské oblasti Čechy, konkrétně 3. 5. 2011, kdy teplota poklesla místy na -3 až -8 °C. Rašící réva zde byla poškozena z 80 – 100 %. Další jarní mrazy byly zaznamenány dne 5. 5. 2011 ve vinařské oblasti Morava, kdy teploty lokálně poklesly až na -2 °C. Zde poškození nebylo tak silné. Réva začala kvést počátkem června, kvetení probíhalo přibližně po dobu 3 týdnů. Následný průběh vegetace byl pro révu příznivý, což mělo za následek nižší počet postřiků proti chorobám. Vzhledem k tomu, že se jednalo o poměrně suchý rok, nebyla problematika ochrany (zejména peronospor) extrémně náročná. Sklizeň hroznů révy vinné byla zahájena díky výbornému počasí už v prvním zářijovém týdnu. V důsledku vlivu suchého ročníku se projevil rychlý pokles kyselin v hroznech, řada odrůd musela být posbírána o několik dnů dříve. Většina hroznů révy tak byla sklizena do konce října v závislosti na zpracovatelské kapacitě vinařských podniků. [176]

#### 4.1.5 Varianty pokusu dle typu vína

1. Základní víno – bez sekundární fermentace
2. Imobilizované kvasinky – Cremanti – *Saccharomyces cerevisiae* Killer (dříve *Saccharomyces bayanus*).
3. Klasické kvasinky – Champagne IOC 18 – 2007 – *Saccharomyces cerevisiae* Killer (dřívější *Bayanus*).

#### 4.1.6 Základní víno

Hrozny odrůd Rulandské bílé, Ryzlink rýnský, Tramín červený, Sauvignon a Rulandské modré byly sklizeny při tzv. technologické zralosti, když dosahovaly cukernatosti moštu 17, 19, 21 °NM. Z jednotlivých variant byl vyroben mikrovzorek vína o objemu 15 l standardní technologií pro výrobu bílých tichých vín. U těchto vzorků bylo provedeno klasické školení a křemelinová filtrace (příprava pro sekundární fermentaci). Všechny mikrovzorky byly upraveny tirážním likérem na hodnotu 24 g·l<sup>-1</sup> zbytkového cukru. Od každé varianty bude ponechán vzorek základního vína pro analytické a sensorické hodnocení.

#### 4.1.7 Imobilizované kvasinky

Cremanti® jsou vybrané čisté kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Killer (*Saccharomyces bayanus*) pro šumivé víno. Jsou imobilizované dle patentované technologie MLC® pro fermentaci šumivého vína bez zakalení. Cremanti® se dávkuje do každé láhve před nebo po přidání cuvée. Díky promyšlené imobilizační technologii můžeme vyrobit šumivé víno v souladu s tradičním způsobem kvašení v láhvi bez potřebného setřásání kalů. Pro imobilizaci se výlučně používá zákonem povolený alginát. Buňky kvasinek se uloží do alginátu a ačkoliv jsou vysoce aktivní, přesto nemohou během fermentace nebo skladování prostoupit do šumivého vína. Použití Cremanti® je povoleno v souladu s platnými zákony a normami. Čistota a kvalita je ověřena specializovanou laboratoří.

Použitím preparátu Cremanti® snížíte náklady během celého procesu výroby šumivého vína tradičním kvašením v láhvi. Docílí se vylepšení procesu setřásání,

úspora prostoru a dosažení vysoké flexibility co se týče dostupnosti čerstvě vykvašeného a doposud nezpracovaného šumivého vína. Cremanti® zaručují velmi dobré nastartování kvašení základového vína i při nízkých teplotách. Vedle svých vynikajících organoleptických vlastností je další výhodou rychlé prokvašení. Speciálním imobilizačním procesem zůstává šumivé víno bez kvasného zákalu (masky) během celého procesu kvašení a během doby skladování – za podmínky, že byl použit vhodný základ vína. Kompletní kvasný metabolismus probíhá uvnitř imobilizačních kuliček.

Minimální dávkování je 1,75 g Cremanti® na láhev o obsahu 0,75 litrů. Cremanti® se přidávají do láhve čistého a sterilně filtrovaného cuvée při dodržení všech hygienických opatření sterilního plnění. Láhev se uzavře korunkovým uzávěrem a položí se ke kvašení. Po době uskladnění se láhev ponoří přímo bez setřásání do mrazicí lázně. Po 6 sekundách klesnou kuličky do hrdla láhve a usadí se na zátce. Po odkalení a přidání tirážového likéru se proces dokončí obvyklým způsobem, tedy degoržováním.

#### **4.1.8 Klasické kvasinky IOC 18 – 2007**

Champagne kvasinky jsou z produkce „Intitut oenologique de Chamapagne“ pod označením IOC 18 – 2007 - *Saccharomyces cerevisiae* Killer (dřívější *Bayanus*). Tento kmen dovoluje vyrábět velmi jemná vína, která si plně zachovávají vlastnosti odrůdy i zvláštnosti půdního složení a klimatického vlivu lokality – terroir. Tyto kvasinky se vyznačují rychlým a pravidelným zkvašováním cukrů. Doporučeny jsou pro šumivá vína, běžné kvašení či kvašení za nízkých teplot. Doporučené dávkování pro výrobu šumivých vín kvašených v láhvi je 10 – 20 g·hl<sup>-1</sup>.

Charakteristika:

- Vysoká konverze alkoholu, z 16 g cukru produkuje 1 % alkoholu
- Nízká produkce těkavých kyselin
- Vysoká odolnost vůči alkoholu (více než 15 % objemových)
- Obsahuje aktivní killer faktor
- Dobrá produkce glycerolu (6 g·l<sup>-1</sup>)

- Odolnost vůči oxidu siřičitému
- Velmi nízká produkce oxidu siřičitého
- Velmi nízká tvorba pěny
- Řízené, pravidelné kvašení v rozmezí od 10 do 30 °C
- Životaschopné kvasinky > 20 milionů buněk·g<sup>-1</sup>
- Čistota – méně než 10 divokých kvasinek na milión buněk

## 4.2 Metody - analytické hodnocení

- Analytické stanovení základních hodnot v moštu – pH, titrovatelných kyselin a refrakce v moštu.
- Analytické stanovení v základním víně pomocí analzátoru vína ALPHA – alkohol, pH, zbytkový cukr a titrovatelné kyseliny.
- Stanovení obsahu volných aminokyselin pomocí kapalinové chromatografie – HPLC.
- Stanovení jednotlivých fenolických sloučenin pomocí kapalinové chromatografie HPLC.
- Stanovení volatilních látek pomocí plynové chromatografie – GC.

### 4.2.1 Analytické stanovení základních hodnot v moštu

#### 4.2.1.1 Stanovení pH

Princip: Hodnota pH je záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových kationů v moštu nebo víně. Stanovujeme ji na základě měření potenciálu skleněné elektrody, jenž závisí na aktivitě vodíkových kationů, vzhledem k referenční kalomelové elektrodě vhodným milivoltmetrem (pH-metrem) kalibrovaným tlumivými roztoky o známém pH.

Přístroje a pomůcky: pH-metr

Chemikálie a roztoky: Tlumivé roztoky o známém pH, blízkém oblasti měření.

Postup: Provedeme přípravu tlumivých roztoků a kalibraci pH-metru při teplotě laboratoře podle typu přístroje a doporučení výrobce. Ve vzorku vína nebo moštu



v množství 20-50 ml o teplotě laboratoře změříme hodnotu pH, s přesností na dvě desetinná místa, po ustálení ručičky analogové stupnice nebo po ustálení hodnoty na digitální stupnici. [177]

#### **4.2.1.2 Stanovení veškerých titrovatelných kyselin**

Princip: Veškerými titrovatelnými kyselinami (veškerou kyselostí vína) se rozumí suma sloučenin titrovatelných odměrným alkalickým roztokem do pH 7. Kyselina uhličitá se do veškeré kyselosti nezahrnuje.

Přístroje a pomůcky: 25 ml byreta, 10 ml pipeta, 50 ml kádinka, pH-metr, magnetická míchačka, odsávací baňka, vodní vývěva.

Chemikálie a roztoky: 0,1 mol·l<sup>-1</sup> roztok NaOH

Postup: Oxid uhličitý odstraníme za stálého třepání asi z 50 ml testovaného vína v odsávací baňce zapojené na vodní vývěvu. pH-metr kalibrujeme při 20 °C podle návodu k přístroji na standardní tlumivý roztok o pH 7. Pipetou odměříme 10 ml připraveného vína do titrační kádinky, přidáme 10 ml destilované vody a do směsi ponoříme kombinovanou elektrodu pro měření pH. Za stálého míchání přidáváme z byrety 0,1 mol·l<sup>-1</sup> roztok NaOH do pH rovnající se hodnotě 7 při 20 °C.

Vyhodnocení:

$x = a \cdot f \cdot 0,75$  [g·l<sup>-1</sup>] veškeré titrovatelné kyseliny vyjádřené na jedno desetinné místo jako kyselina vinná

a ... spotřeba 0,1 mol·l<sup>-1</sup> roztoku NaOH v ml

f ... faktor 0,1 mol·l<sup>-1</sup> roztoku NaOH [177]

#### **4.2.1.3 Stanovení cukernatosti moštu refraktometrem**

Princip: Obsah cukru v moštu stanovíme na základě měření indexu lomu světla Abbé refraktometrem jako rozpustnou sušinu moštu vyjádřenou v hmotnostních % sacharózy.

Přístroje a pomůcky: Abbé refraktometr, případně refraktometr měřící s přesností 0,1 rozpustné sušiny nebo index lomu na čtyři desetinná místa, kalibrovaný při 20 °C.

Postup: Zkoušený mošt temperujeme na 20 °C a filtrujeme (20 – 25 ml) přes složenou suchou gázu do 25 ml suché kádinky (první podíly filtrátu se nejmají). Odměříme teplotu filtrátu těsně před měřením s přesností na 0,5 °C. Stanovíme hmotnostní % rozpustné sušiny filtrátu s přesností na 0,1 %. Měření několikrát opakujeme. Provedeme korekci jednotlivých výsledků podle tabulky korekčních hodnot koncentrace rozpustné sušiny měřené refraktometricky vyjádřené v hmotnostních % sacharózy podle teploty měření. [177]

#### ***4.2.2 Stanovení základních analytických hodnot v základním víně***

U základního vína byly analyzátoru vína ALPHA stanoveny následující analytické hodnoty: alkohol, zbytkový cukr, titrovatelné kyseliny a pH.

##### ***4.2.2.1 ALPHA Analyzátor vína***

ALPHA FT-IR-Wine Analyzer analyzuje vzorek vína s využitím tzv. ATR postupu měření. Ten umožňuje měření bez přípravy vzorku a zaručuje přesné a opakovatelné výsledky analýzy. Měření je možné provádět ručně nebo při vyšším množství vzorků postup plně automatizovat s volitelným automatickým dávkovačem. Ruční měření vzorku je opravdu jednoduché a s průvodcem trvá jen několik kroků. Po injekci vzorku do průtokové buňky se stiskne tlačítko měření. Měření a analýza se je pak zcela automatická za méně než pět minut. Čištění buňky se provádí jednoduchým vstříkáním vody. Výsledek analýzy se zobrazí na displeji, a navíc je vytvořena podrobná zpráva měření. ALPHA analyzátor vína je dodáván s vícebodovou kalibrací. Kalibrace je založena na více než 1700 vínech ze všech významných vinařských oblastí v celém světě. Tato databáze může být rozšířena spektrem vín a referenčními hodnotami, aby co nejlépe odpovídala specifickým potřebám. Je také možné vytvořit si vlastní kalibrace. Se startérem kalibrace je možno analyzovat následující vinařské parametry: alkohol, hustotu, fruktózu, glukózu, sacharózu, veškerý cukr, kyseliny celkem, pH, glycerol, kyselinu octovou, citronovou, mléčnou, jablečnou a vinnou. [178]

### 4.2.3 Chromatografie

Chromatografie je metoda sloužící k analýze a separaci složitých směsí. Chromatografie se velmi široce uplatňuje ve všech vědeckých odvětvích včetně lékařství. V rámci lékařských věd je velmi široká škála chemických (biochemických a dalších) problémů, které jsou řešeny za pomoci některého z mnoha různých typů chromatografických technik. Chromatografie je separační a současně analytická fyzikálně-chemická metoda pro separaci a analýzu směsí látek, jejímž základním principem je rozdělování složek směsi mezi mobilní a stacionární fázi.

### 4.2.4 Plynová chromatografie - GC

Plynová chromatografie (Gas Chromatography, GC) nese své jméno podle skupenství mobilní fáze, kterou je v našem případě plyn. Plynová chromatografie je jednou z nejranějších a nejčastěji používaných separačních metod. Plynová chromatografie je metoda určená k dělení a stanovení plynů, kapalin i pevných látek s bodem varu do cca 400 °C. Metoda je založena na rozdělování složek mezi dvě fáze, fázi pohyblivou – mobilní a fázi nepohyblivou – stacionární. V plynové chromatografii je mobilní fází nosný plyn. Stacionární fáze je umístěna v chromatografické koloně.

Princip separace látek plynovou chromatografií spočívá v tom, že kolonou se stacionární fází prochází stále nosný plyn. Aby vzorek mohl být transportován, musí se přeměnit na plyn. Vzorek se vnese do vyhřívaného bloku – nástříkové komory (injektoru), kde se odpaří a ve formě par je unášen nosným plynem do kolony. Složky ze vzorku se sorbují na začátku kolony ve stacionární fázi a pak desorbují čerstvým nosným plynem. Nosný plyn unáší složky vzorku postupně ke konci kolony a dělicí proces se neustále opakuje. V koloně jsou složky separovány na základě různé schopnosti poutat se na stacionární fázi. Každá složka ze vzorku postupuje kolonou svou vlastní rychlostí. Látky postupně vycházejí z kolony v pořadí rostoucích hodnot distribučních konstant a vstupují do detektoru. Detektor indikuje okamžitou koncentraci separovaných látek v nosném plynu. Signál detektoru je vhodně upraven a plynule se registruje. Výsledný grafický záznam závislosti signálu detektoru na čase se nazývá chromatogram. [179]

#### 4.2.4.1 Stanovené volatilní látky

Tab. 15: Skupiny látek a jednotlivé sloučeniny stanovované u vzorků vín

Skupina látek	Sloučenina	Skupina látek	Sloučenina
<b>Vyšší alkoholy</b>	Isoamylalkohol	<b>Estery - ethyl</b>	Ethyl isobutyrát
	Isobutylalkohol		Ethyl butyrát
	2-Fenylethanol		Ethyl isovalerát
	1-Hexanol		Ethyl hexanoát
	cis-3-Hexen-1-ol		Ethyl oktanoát
	Benzylalkohol		Ethyl dekanoát
<b>Alkoholy – polyoly</b>	2,3-Butandiol		Ethyl laktát
	Propandiol		Diethyl sukcinát
<b>Aldehydy</b>	Benzaldehyd		Diethylmalát
	Furfural		Monoethyl sukcinát
<b>Mastné kyseliny</b>	Máselná kys.	<b>Lactony</b>	Gama-butyrolakton
	Isomáselná kys.	<b>Estery - amyl</b>	Isoamyl acetát
	Isovalerová kys.	<b>Terpeny</b>	Linalool
	Hexanová kys.		Alfa-Terpineol
	Oktanová kys.	<b>C13 norisoprenoidy</b>	Beta-Damascenon
<b>Fenoly</b>	4-Vinylguaiacol	<b>Sírné sloučeniny</b>	Methionol
	4-Vinylfenol		2-Methyltetrathiophen-3-on
<b>Ketony</b>	Acetoin		

#### 4.2.4.2 GC-MS stanovení jednotlivých volatilních sloučenin

##### Příprava vzorku

Koncentrace jednotlivých volatilních látek ve víně byla stanovena dosud nepublikovanou metodou extrakce methyl-t-butyletherem. Do 25ml odměrné baňky bylo odpipetováno 20 ml vína, 50  $\mu$ l roztoku 2-nonanolu ( $500 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) a cyklopentanonu ( $25 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) v ethanolu sloužícího jako vnitřní standard a 5 ml nasyceného roztoku  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Poté byla baňka důkladně promíchána a bylo přidáno 0,75 ml extrakčního rozpouštědla, kterým byl MTBE s přísadkou 1% neohexanu. Po důkladném protřepání a oddělení fází byla vrchní organická vrstva i s podílem vzniklé emulze odebrána do mikrozkuřavky, odstředěna a čirá organická fáze byla vysušena bezvodým síranem hořečnatým. Takto upravený extrakt byl dále použit k GC-MS analýze.

## GC-MS Analýza

Instrumentace: Shimadzu GC-17A

Autosampler: AOC - 5000

Detektor: QP-5050A

Software: GCsolution

### Podmínky separace:

- Kolona: DB-WAX 30 m x 0,25 mm; 0,25  $\mu\text{m}$  stacionární fáze (polyethylenglykol)
- Objem nástřiku vzorku: 1  $\mu\text{l}$  split poměr 1:5
- Průtok nosného plynu He: 1  $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$  (lineární rychlost plynu 36  $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )
- Teplota nástřikového prostoru: 180  $^{\circ}\text{C}$

Počáteční teplota kolonového prostoru 45  $^{\circ}\text{C}$  byla udržována 3,5 minuty, poté následoval gradient teploty:

- do 90  $^{\circ}\text{C}$  o 12  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$  drženo 0,75min
- do 120  $^{\circ}\text{C}$  o 3  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$
- do 252  $^{\circ}\text{C}$  o 6  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ . Konečná teplota byla držena 5 min.

Celková délka analýzy byla 45 minut.

Detektor pracoval ve SCAN modu s intervalem 0,25 s v rozmezí 14-264.

Napětí detektoru 1,5 kV.

Jednotlivé látky byly identifikovány na základě MS spektra a retenčního času. Kvantifikace byla provedena porovnáním plochy peaku vzorku a vnějšího standardu s korekcí na vnitřní standard. [179]

## 4.3 Kapalinová chromatografie – HPLC

Další metodou chromatografie, kterou známe, je technika HPLC. Mobilní fází je v tomto případě kapalina. Stacionární fází je film příslušné látky zakotvený na

povrchu nosiče nebo pevný adsorbent. Přístroj, na kterém se provádí HPLC analýzy, se nazývá kapalinový chromatograf.

### ***4.3.1 Stanovení obsahu volných aminokyselin a některých jejich derivátů***

Před samotnou analýzou obsahu volných aminokyselin byly vzorky nápoje zředěny litnocitrátovým pufrům a alikvotní podíl byl filtrován přes 0,45 $\mu$ m filtr. Každý vzorek byl ředěn ve dvojnásobném opakování. Obsah volných aminokyselin byl analyzován pomocí iontově výměnné kapalinové chromatografie s postkolonovou ninhydrinovou derivatizací a fotometrickou detekcí (AAA 400, Ingos, Praha, ČR). Stanovovány byly aminokyseliny a jejich deriváty (dále uváděny jako aminokyseliny): treonin, serin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, prolin, glycin, alanin, valin, metionin, izoleucin, leucin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, kyselina beta-aminomáselná, kyselina gama-aminomáselná, ornitin, lyzin, histidin, arginin, kyselina amino-adipová. Výsledky byly přepočteny na miligramy aminokyselin a jejich derivátů na litr dodaného vzorku. [180]

### ***4.3.2 Stanovení fenolů***

#### ***4.3.2.1 Chemikálie***

Acetonitril (ACN) a methanol (MeOH) byly HPLC supergradienty čistoty. Catechin, epicatechin, kys. vanilová, kys. protokatechuová, kys. 4-hydroxybenzoová, kys. gallová, kys. syringová, kys. *p*-kumarová, trans-resveratrol, kys. kávová, kys. ferulová, piceatannol, rutin, myricetin, quercetin, kaemferol, isorhamnetin, *p*-dimethylaminocinnamaldehyd (DMACA), Folin-Ciocalteu reagent, 2,2-difenyl- $\beta$ -pikrylhydrazylový radikál (DPPH), 2,4,6-tripyridyl-*s*-triazin (TPTZ) a kyselina chloristá pocházely od Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO). Malvidin -3,5-diglukosid pocházel od Indofine Chemical Company. Inc. (Hillsborough, NJ). Ostatní použité chemikálie byly p.a. kvality od lokálních dodavatelů (Lachema, Penta).

## 4.4 Spektrofotometrická stanovení

### Úprava vzorku

Vína byla před stanovením jednotlivých parametrů zbavena oxidu uhličitého vakuovou filtrací přes fritu S4, odstředěna (3000 x g; 6 min) a použita k dalším analýzám.

#### 4.4.1 Stanovení celkových flavanolů

Koncentrace celkových flavanolů byla stanovena pomocí metody založené na reakci s p-dimethylaminocinnamaldehydu (DMACA) (D). Při této metodě na rozdíl od široce používané reakci s vanilinem nedochází k interferenci s anthokyaniny. Navíc poskytuje vyšší citlivost a selektivnost. Do 1,5 ml eppendorfky s 980  $\mu\text{l}$  roztoku činidla (0,1 % DMACA a 300 mM HCl v MeOH) bylo přidáno 20  $\mu\text{l}$  vzorku, protřepáno a necháno reagovat 12 minut při laboratorní teplotě. Poté byla změřena absorbance při 640 nm proti slepému pokusu připravenému stejným způsobem, kdy vzorek byl nahrazen ředícím pufrům. Koncentrace celkových flavanolů byla vypočítána z kalibrační křivky za použití catechinu jako standard (10-200  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Výsledky jsou vyjádřeny ve formě  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  ekvivalentů catechinu.[181, 182]

#### 4.4.2 Stanovení antiradikálové aktivity (*Antiradical Activity; A<sub>AR</sub>*)

Metoda je založena na deaktivaci komerčně dostupného 2,2-difenyl- $\beta$ -pikrylhydrazylového radikálu (DPPH) projevujícího se úbytkem absorbance při 515 nm (F). K 980  $\mu\text{l}$  roztoku DPPH v methanolu (150  $\mu\text{M}$ ) bylo přidáno 20  $\mu\text{l}$  vzorku, protřepáno a po 30 minutách změřena absorbance při 515 nm v porovnání s demineralizovanou vodou. K stanovení antiradikálové aktivity byl použit rozdíl absorbací slepého pokusu (ředící pufr) a vzorku. Antiradikálová aktivita byla vypočítána z kalibrační křivky za použití kyseliny gallové jako standard (10-100  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Výsledky jsou vyjádřeny ve formě  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  antiradikálových ekvivalentů kyseliny gallové. [181, 182]

#### 4.4.3 HPLC stanovení jednotlivých fenolických sloučenin

Koncentrace jednotlivých fenolických látek byla stanovena dosud nepublikovanou metodou s přímým nástřikem vzorku. Vína byla odstředěna (3000 x g; 6 min). Vzorky vína byly 2x zředěny 50 mM HClO<sub>4</sub>.

Instrumentace: Binární vysokotlaký systém Shimadzu LC-10A

Systém controler: SCL-10Avp

2 pumpy: LC-10ADvp

Kolonový termostat s manuálním nástřikovým ventilem Rheodyne: CTO-10ACvp

DAD detektor: SPD-M10Avp

Software: LcSolution

##### **Podmínky separace:**

- Kolona: Alltech Alltima C18 3 μm; 3 x 150 mm + předkolona 3 x 7.5 mm
- Teplota separace: 60 °C
- Objem nástřiku vzorku: 20 μl
- Průtok mobilní fáze: 0.6 ml·min<sup>-1</sup>
- Mobilní fáze A: 15 mM HClO<sub>4</sub>
- Mobilní fáze B: 15 mM HClO<sub>4</sub>, 10% MeOH, 50% ACN

Gradientový program:

0,00 min 2% B, 20,00 min 26% B, 30,00 min 45% B, 35,00 min 70% B, 37,00 min 100% B

38,00 min 100% B, 38,01 min 0% B, 39,99 min 0% B, 40,00 min 2% B, 45,00 min 2% B

Celková doba mezi dvěma vzorky 45 minut. Data v rozmezí 200-520 nm byla zaznamenávána 41 minut.

Stanovení jednotlivých složek na základě kalibračních křivek standardů:

- 200 nm: catechin; epicatechin
- 260 nm: kys. vanilová; kys. protokatechuová; kys. 4-hydroxybenzoová
- 280 nm: kys. gallová; kys. syringová; cis-piceid; cis-resveratrol



- 310nm: kys. p-kumarová a její deriváty; trans-piceid; trans-resveratrol
- 322nm: kys. kávová a její deriváty; kys. ferulová a její deriváty; piceatannol

Deriváty hydroxyskořicových kyselin byly kalibrovány základními kyselinami, od kterých jsou odvozeny. [181, 182]

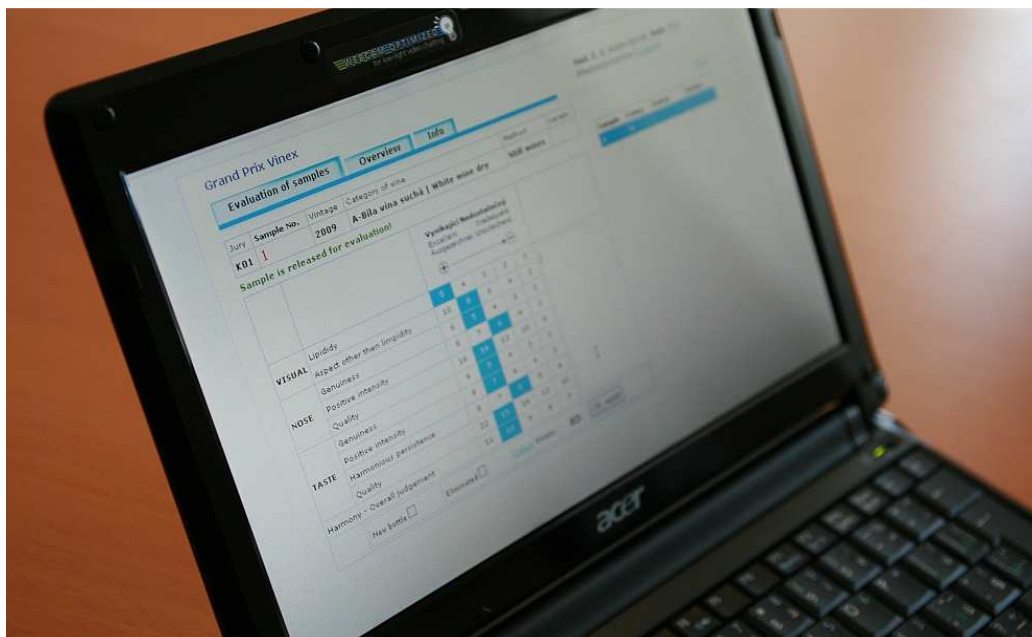
## 4.5 Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení bylo provedeno na systému hodnocení vín pod názvem ELWIS. Na tomto systému se hodnotila vína pomocí stobodové stupnice a dále se u vín hodnotil profil mohutnosti a aromatický profil.

### 4.5.1 *Systém pro hodnocení vín – ELWIS*

Systém ELWIS (Electronic Wine System) je originální systém vyvinutý Národním vinařským centrem České republiky pro registraci a hodnocení vín. Poprvé byl použit v roce 2008 a od té doby se stále vyvíjí a vylepšuje. Sestává ze dvou částí:

1. On-line aplikace pro registraci vín pro soutěže.
2. Systém pro hodnocení vín, který navazuje na on-line registraci. Tento systém sestává z originálního software, serveru, WiFi sítě a 45 netbooků pro jednotlivé hodnotitele vína. Systém ELWIS používá stobodový systém mezinárodní unie enologů dle rezoluce OIV (mezinárodní organizace pro révu a víno) pro hodnocení vín z roku 2009. Systém umožňuje import vín a přihlašovatelů z on-line aplikace, seřazení vín k označení čísla vzorků, zařazení do komisí, vlastní hodnocení vín a následně přípravu tiskových výstupů. Volitelně lze také u jednotlivých vín použít funkci tvorby aromatického profilu vína a profilu mohutnosti a struktury vína.



Obr. 16: Uživatelské prostředí při hodnocení na systému ELWIS

Obě části systému na sebe navazují, ale mohou fungovat také samostatně. Výhody systému:

- Systém výrazným způsobem zefektivňuje organizaci soutěže vín.
- Degustátor není zatěžován sčítáním bodů a může se soustředit pouze na hodnocení vína.
- Jsou vyloučeny případné chyby při sčítání bodů a při ručním přepisu do počítače.
- Degustátor má po uzavření hodnocení každého vzorku okamžitou zpětnou vazbu, tedy srovnání svého hodnocení s hodnocením ostatních členů komise a celkovým výsledkem.
- Je vyloučena jakákoliv manipulace s výsledky – po uzavření vzorku již nelze hodnocení měnit a výsledky jsou ihned členům komise známy.

#### 4.5.2 *Hodnocení stobodovou stupnicí dle OIV*

##### 1. VZHLED / oko

Rozlišení z vnějšku viditelných rozdílů smyslovými dojmy z viditelných světelných paprsků.

## 2. VŮNĚ / nos

Vjem vnímaný čichovým orgánem, je-li stimulován některými těkavými látkami.

## 3. CHUŤ / ústa

Celé spektrum vjemů vnímaných ústy (mouthfeel)

Tab. 16: Degustační tabulka stobodového hodnocení pro šumivá vína [183]

Komise:	Hodnotitel:	Vzorek:	Kategorie:			Ročník:	
Vino šumivé		Vynikající	Velmi dobré	Dobré	Uspokojivé	Nedostatečné	Poznámky
Vzhled	<i>Čiřost</i>	5	4	3	2	1	
	<i>Barva</i>	10	8	6	4	2	
	<i>Perlení</i>	10	8	6	4	2	
Vůně	<i>Intenzita</i>	7	6	5	4	3	
	<i>Jemnost</i>	7	6	5	4	3	
	<i>Kvalita</i>	14	12	10	8	6	
Chuť	<i>Intenzita</i>	7	6	5	4	3	
	<i>Jemnost</i>	7	6	5	4	3	
	<i>Kvalita</i>	14	12	10	8	6	
	<i>Perzistence</i>	7	6	5	4	3	
Celkový dojem		12	11	10	9	8	
Vyřazeno			Podpis			Body celkem	

Dle degustačního lístku stobodového systému hodnocení pro šumivá vína byla vína hodnocena dle jednotlivých kritérií vůně a chuti. U vzhledu bylo hodnoceno pouze perlení. Čiřost a barva byly hodnoceny, ale vždy v kategorii vynikající, a proto nejsou v práci dále prezentovány a diskutovány.

### 4.5.2.1 Čiřost

Míra zakalení – tento deskriptor umožňuje posoudit intenzitu zakalení vína.

### 4.5.2.2 Barva

Určení celého spektra viditelných vlastností produktu - tento deskriptor hodnotí intenzitu, hlavní barvu produktu, její nuance (sekundární barvy), viskozitu a nebere v úvahu čirost.

### **4.5.2.3 Perlení**

Perlení tvořené tím, jak plyn uniká z kapaliny.

Tři deskriptory se používají k ohodnocení šumivosti ve smyslu vzhledu a chuti:

- jemnost bublinek (= rozměr bublinek),
- hojnost bublinek (= kvantita bublinek),
- perzistence bublinek (= délka času, kdy jsou bublinky vnímatelné).

Jemné bublinky, ne příliš prudké, pravidelné a perzistentní jsou hodnoceny pozitivně. Naopak velké bubliny, agresivní, nepravidelné a ne příliš perzistentní jsou hodnoceny negativně.

Při vizuálním hodnocení je hodnocen kroužek z pěny, což je pěna, která se tvoří na hladině vína. Pozitivní hodnocení má kroužek pěny tvořený 3-4 vrstvami bublinek. Bublinky musí být jemné, malé a pěnový kroužek musí vydržet dlouho.

### **4.5.2.4 Pozitivní intenzita vůně či chuti**

Stupeň (velikostní) celého spektra kvalitativních vůní vnímaných čichem a chutí. Tento deskriptor hodnotí vliv spektra čichových (olfaktorických) a chuťových (gustativních) vjemů, které přispívají ke zvýšení kvalitativního vjemu vnímaného ve vůni a chuti.

### **4.5.2.5 Čistota vůně a chuti**

Vynikající čistota vůně a chuti znamená, že vůně a chuť vína jsou ryzí, tedy bez jakýchkoli chybných a nevhodných přípachů či příchutí.

### **4.5.2.6 Kvalita vůně či chuti**

Spektrum vlastností a charakteristik vína, které je schopné uspokojit (vůní a chutí) naše předpokládané nebo vyjádřené potřeby. Tento deskriptor umožňuje celkové ohodnocení produktu na čichové a chuťové úrovni. Degustátor může vyjádřit smysluplným způsobem své osobní preference a kulturní odkaz.

Vůně – tento deskriptor bere v úvahu především komplexitu (plnost), která odpovídá bohatosti aromatické palety vnímáním několika různých a měnících se vůní spojenou s jemností (finesou) vůní.

Chuť – tento deskriptor bere v úvahu především bohatost (plnost), která odpovídá celkovému pocitu v ústech a spojuje aromata (komplexitu), strukturu (kyseliny, třísloviny, alkohol), potahující elementy (tučnost), zbytkové cukry, hořkost (trpkost).

#### ***4.5.2.7 Perzistence***

Perzistence je posouzení délky zbytkového chuťově-čichového vjemu korespondujícího s vjemem vnímaným, když je produkt v ústech; je měřena délka času. Tento deskriptor je roven jednomu časovému měření. To je počítáno v sekundách (kaudáliích) a začíná, jakmile produkt opustil ústa. Počítání se provádí žvýkáním a decentně pootevřenými rty a vyvinutím malého podtlaku v ústech, který umožní vzduchu proniknout dovnitř.

#### ***4.5.2.8 Celkový dojem nebo celkové zhodnocení***

Celkový dojem odpovídá celkovému posouzení produktu. Tento deskriptor umožňuje degustátorovi vyjádřit dojem, který produkt zanechal jako celek. To dává možnost klasifikovat výše nebo níže. V závislosti na typu soutěže a informací podaných degustátorům tento deskriptor také umožňuje analýzu složité otázky typičnosti a odhadu potenciálu vína vyvíjet se v čase.

#### ***4.5.3 Profil mohutnosti a aromatický profil***

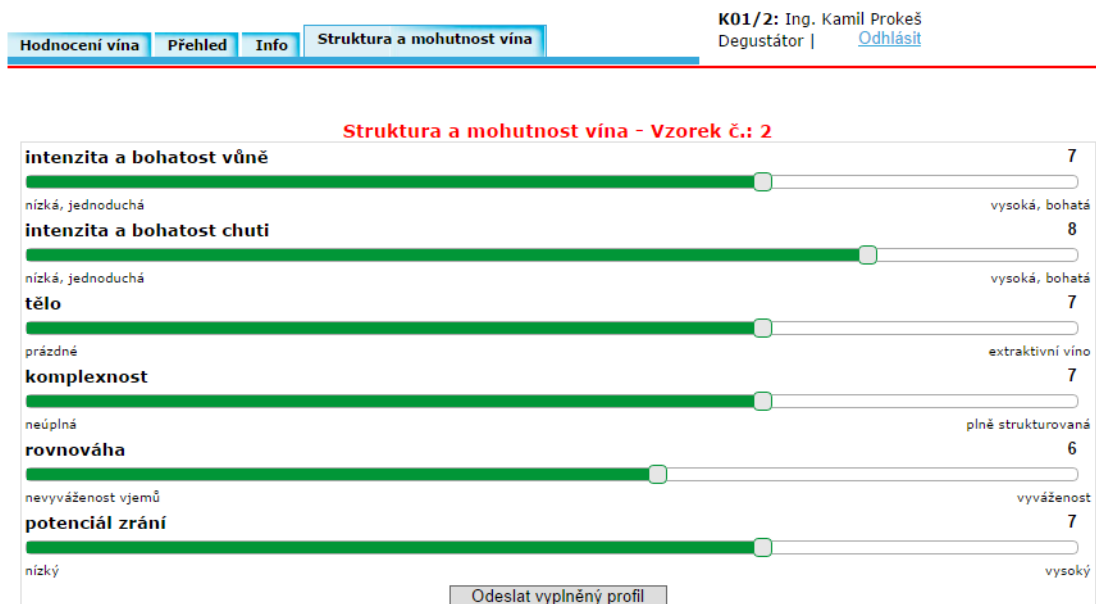
Tento nesoutěžní systém hodnocení a grafického vyjádření charakteristických vlastností vín byl vyvinut ve spolupráci Národního vinařského centra ve Valticích a Zahradnické fakulty Lednice Mendelovy univerzity v Brně dle Metodiky Národního vinařského centra, o.p.s. Autoři: J. Balík, P. Krška, M. Babisz.

Graf profilu struktury a mohutnosti vína znázorňuje strukturu a mohutnost vína pomocí šesti hodnocených parametrů. Vůně i chuť byly bodově oceněny jak za svou intenzitu, tak pestrost. V parametru „tělo vína“ se hodnotitelé soustředili na plnost a extraktivnost vína. Méně bodů za komplexnost značí, že víno bylo z pohledu své chuťové stavby neúplné, v harmonii degustátoři hodnotili stupeň vyváženosti vjemů

a v potenciálu zrání schopnost vína dalšího ležení na láhvi. Celková mohutnost vína byla vyjádřena plochou, kterou jednotlivé parametry vína na grafu vymezily, a její hodnota byla vyjádřena v procentech z maximálně možné plochy.

Podrobnější popis jednotlivých parametrů:

- **intenzita a bohatost vůně** (nízká, jednoduchá X vysoká, bohatá)
- **intenzita a bohatost chuti** (nízká, jednoduchá X vysoká, bohatá)
- **tělo** (prázdné X extraktivní víno)
- **komplexnost** (neúplná X plně strukturovaná)
- **rovnováha** (nevyváženost vjemů X vyváženost)
- **potenciál zrání** (nízký X vysoký)



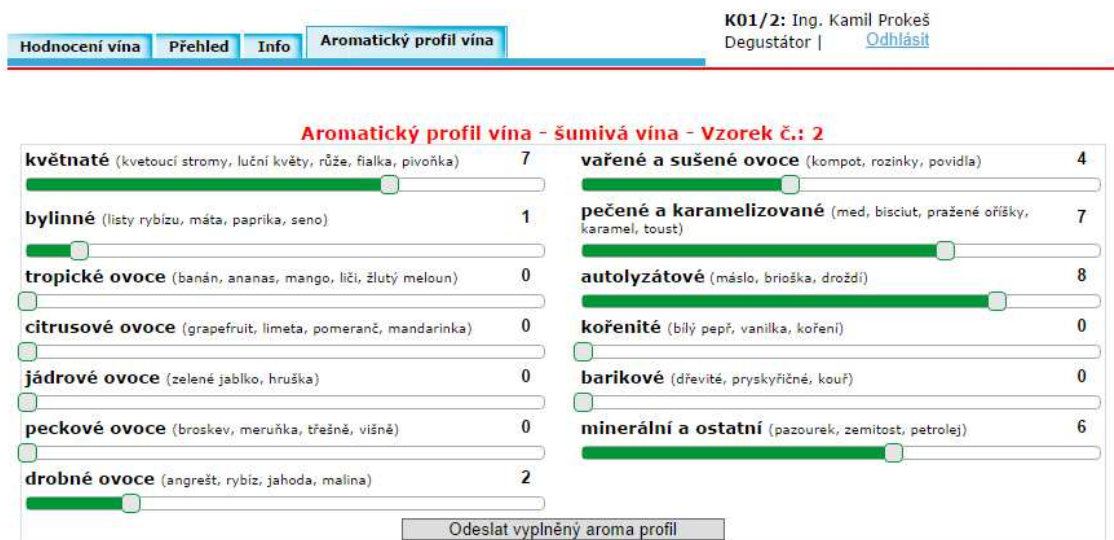
Obr. 17: Hodnocení profilu mohutnosti

Síťový graf aromatického profilu je zaměřen na popis charakteristických vlastností vůně a aroma vína. Výběr jednotlivých hodnocených znaků se mění podle toho, zda se jedná o bílé, růžové, červené nebo šumivé víno. Některé z aromatických složek byly výrazné a dosáhly na grafu vysokých hodnot, jiné mohou zcela chybět. Jejich spojením vznikl aromatický profil charakteristický pro každé hodnocené víno. Podle tvaru

aromatického profilu lze také vysledovat, která vína si byla aromaticky blízká či naopak vzdálená.

Aromatický profil pro šumivá vína

- **květnaté** (kvetoucí stromy, luční květy, růže, fialka, pivoňka)
- **bylinné** (listy rybízu, máta, paprika, seno)
- **tropické ovoce** (banán, ananas, mango, liči, žlutý meloun)
- **citrusové ovoce** (grapefruit, limeta, pomeranč, mandarinka)
- **jádrové ovoce** (zelené jablko, hruška)
- **peckové ovoce** (broskev, meruňka, třešně, višně)
- **drobné ovoce** (angrešt, rybíz, jahoda, malina)
- **vařené a sušené ovoce** (kompot, rozinky, povidla)
- **pečené a karamelizované** (med, bisciut, pražené oříšky, karamel, toast)
- **autolyzátové** (máslo, brioška, droždí)
- **kořenité** (bílý pepř, vanilka, koření)
- **barikové** (dřevité, pryskyřičné, kouř)
- **minerální a ostatní** (pazourek, zemitost, petrolej)



Obr. 18: Hodnocení aromatického profilu

## 4.6 Statistické vyhodnocení

Analytické i senzorické parametry byly statisticky vyhodnoceny a zpracovány do grafů a tabulek a jsou prezentovány ve výsledkové části této disertační práce.

Ke zpracování dat ve výsledkové části byly použity komerčně dostupné softwary EXCEL (MS OFFICE 2007) a STATISTICA (StatSoft CR s.r.o.) verze 12.0. Z důvodu velkého množství dat a grafů jsou především v případech neparametrických korelací, sloupcových grafů a grafů s histogramy uvedeny jen průkazné výsledky.

Srovnávací grafy znázorňují průměrné hodnoty jednotlivých variant. Jako srovnávací znak průkaznosti vlivu faktorů byl vybrán interval směrodatné chyby průměru. Pro lepší přehlednost některých grafů (aminokyseliny, fenolické a volatilní látky) je pro osu y zvolena logaritmická stupnice.

Ověření normality dat – při ověření nedošlo k potvrzení normality dat a byly zvoleny neparametrické testy – tyto testy nemají žádné předpoklady o rozložení dat. Pro korelační srovnání byl zvolen Spearmanův koeficient.

### 4.6.1 Korelační koeficienty

Nejčastěji používaným měřením síly závislosti dvou číselných proměnných patří korelační koeficient. Korelace je matematický postup, který číselně vyjadřuje zjištění o souvislostech dvou veličin a porovnává, do jaké míry je uspořádání analyzovaných dat podle veličiny X stejné jako podle veličiny Y. Je vhodný i pro monotónní závislost – nevyžaduje linearitu. Je to poměr kovariance obou proměnných k součinu jejich směrodatných odchylek. Korelační koeficient nabývá hodnot z intervalu  $\langle -1, 1 \rangle$ .

#### Spearmanův korelační koeficient

Spearmanův korelační koeficient sleduje významnost korelace mezi dvěma znaky (x, y). Pro oba znaky určíme podle velikosti pořadí (i) a z párů pořadí ( $i_x, i_y$ ) vypočteme Spearmanův koeficient korelace ( $r_s$ ) dle vztahu:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (i_x - i_y)^2}{n \cdot (n^2 - 1)}$$



Ve statistice je Spearmanův koeficient pořadové korelace bezrozměrné číslo, které udává statistickou závislost (korelaci) mezi dvěma veličinami. Je pojmenován po jednom ze zakladatelů faktorové analýzy Charlesi Spearmanovi a značí se řeckými písmeny  $\rho$  nebo  $r_s$ .

Všechny červeně označené korelace, ať už pozitivní či negativní, jsou na hladině  $\alpha = 0,05$  statisticky významné. Kladný korelační koeficient vyjadřuje pozitivní korelaci mezi veličinami, záporný korelační koeficient vyjadřuje negativní korelaci obou veličin. Pokud je hodnota korelačního koeficientu rovna nule, korelační závislost mezi veličinami neexistuje.

Tab. 17: Hodnoty korelace v absolutní hodnotě a interpretace míry závislosti

Hodnota korelace v abs. hodnotě	Interpretace závislosti
0,01 – 0,09	triviální, žádná
0,10 – 0,29	nízká až střední
0,30 – 0,49	střední až podstatná
0,50 – 0,69	podstatná až velmi silná
0,70 – 0,89	velmi silná
0,90 – 0,99	téměř perfektní

## 5 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

### 5.1 Základní analytické hodnocení

U moštů a základních vín bylo provedeno stanovení základních analytických hodnot.

#### 5.1.1 Základní analytické hodnoty stanovené v moštu

Tab. 18: Základní analytické hodnoty stanovené v moštu

Ročník	Odrůda	Označení vzorku	Datum sběru	pH	Titrovatelné kyseliny [g·l <sup>-1</sup> ]	Refrakce [°Rf]	Cukernatost [°NM]
2010	RR	RR-10-17	21.9.2010	3,07	14,83	18,1	16,7
	RR	RR-10-19	1.10.2010	3,11	14,00	19,9	18,8
	RR	RR-10-21	10.10.2010	3,21	11,98	21,6	20,7
	RB	RB-10-17	15.9.2010	3,25	13,39	18,5	17,2
	RB	RB-10-19	21.9.2010	3,28	12,50	20,0	18,9
	RB	RB-10-21	1.10.2010	3,31	10,59	22,0	21,2
	RM	RM-10-17	15.9.2010	3,27	12,78	18,2	16,8
	RM	RM-10-19	21.9.2010	3,29	12,68	20,3	19,2
	RM	RM-10-21	1.10.2010	3,36	10,60	21,7	20,9
	SG	SG-10-17	15.9.2010	3,36	13,55	18,3	16,9
	SG	SG-10-19	21.9.2010	3,48	12,35	19,9	18,8
	SG	SG-10-21	1.10.2010	3,49	10,64	21,6	20,7
	TR	TR-10-17	15.9.2010	3,34	11,41	18,4	17,0
	TR	TR-10-19	21.9.2010	3,44	10,48	20,2	19,1
	TR	TR-10-21	1.10.2010	3,04	10,15	21,6	20,8
2011	RR	RR-11-17	16.9.2011	3,21	8,26	18,3	16,9
	RR	RR-11-19	24.9.2011	3,31	7,92	20,3	19,2
	RR	RR-11-21	30.9.2011	3,39	7,66	21,7	20,9
	RB	RB-11-17	8.9.2011	3,19	7,89	18,3	16,9
	RB	RB-11-19	16.9.2011	3,26	7,61	19,9	18,8
	RB	RB-11-21	24.9.2011	3,33	7,23	21,7	20,9
	RM	RM-11-17	8.9.2011	3,25	8,11	18,3	16,9
	RM	RM-11-19	16.9.2011	3,31	7,65	18,7	17,4
	RM	RM-11-21	24.9.2011	3,38	7,12	21,9	21,1
	SG	SG-11-17	8.9.2011	3,2	7,94	18,4	17,0
	SG	SG-11-19	16.9.2011	3,29	7,56	20,3	19,2
	SG	SG-11-21	24.9.2011	3,38	6,98	21,8	21,0
	TR	TR-11-17	8.9.2011	3,28	7,01	18,4	17,1
	TR	TR-11-19	16.9.2011	3,36	6,89	20,1	19,0
	TR	TR-11-21	24.9.2011	3,45	6,52	22,1	21,3

Tabulka (Tab. 18) zobrazuje odrůdu, datum sběru hroznů a základní analytické hodnoty – titrovatelné kyseliny, refrakce a cukernatost stanovené v moštu.

### 5.1.2 Základní analytické hodnoty stanovené v základním víně

Tab. 19: Základní analytické hodnoty stanovené v základním víně

Ročník	Odrůda	Označení	Alkohol [obj. %]	pH	Titrovatelné kyseliny [g·l <sup>-1</sup> ]	Zbytkový cukr [g·l <sup>-1</sup> ]
2010	RR	RR-10-17	9,82	3,00	11,20	1,58
	RR	RR-10-19	10,43	2,70	13,00	0,07
	RR	RR-10-21	11,00	3,02	8,50	0,63
	RB	RB-10-17	10,60	3,03	8,57	0,65
	RB	RB-10-19	11,20	3,02	8,19	0,39
	RB	RB-10-21	12,10	3,33	7,51	1,47
	RM	RM-10-17	10,10	3,05	8,51	0,52
	RM	RM-10-19	10,97	3,04	9,27	0,25
	RM	RM-10-21	11,80	2,98	8,20	1,23
	SG	SG-10-17	10,10	3,06	8,23	0,32
	SG	SG-10-19	13,77	3,39	7,57	0,10
	SG	SG-10-21	12,33	3,03	7,59	1,41
	TR	TR-10-17	10,10	3,11	7,39	0,75
	TR	TR-10-19	10,83	3,13	7,56	1,45
	TR	TR-10-21	11,90	3,08	7,30	1,74
2011	RR	RR-11-17	11,10	3,18	6,39	2,04
	RR	RR-11-19	11,40	3,22	6,33	2,85
	RR	RR-11-21	11,87	3,20	6,31	2,58
	RB	RB-11-17	11,50	3,13	6,06	1,07
	RB	RB-11-19	11,93	3,15	6,57	1,84
	RB	RB-11-21	12,57	3,19	6,14	1,47
	RM	RM-11-17	11,40	3,17	6,14	1,55
	RM	RM-11-19	12,13	3,21	5,80	1,20
	RM	RM-11-21	12,00	3,17	6,20	6,11
	SG	SG-11-17	10,87	3,12	6,39	2,09
	SG	SG-11-19	11,20	3,12	6,38	3,29
	SG	SG-11-21	12,10	3,15	6,36	2,33
	TR	TR-11-17	10,60	3,18	6,57	3,97
	TR	TR-11-19	11,10	3,15	5,95	2,47
	TR	TR-11-21	11,53	3,17	5,84	6,67

Tabulka (Tab. 19) znázorňuje základní analytické hodnoty – alkohol, pH, titrovatelné kyseliny a zbytkový cukr stanovené v základním víně před sekundární fermentací.

## 5.2 Senzorické hodnocení vín

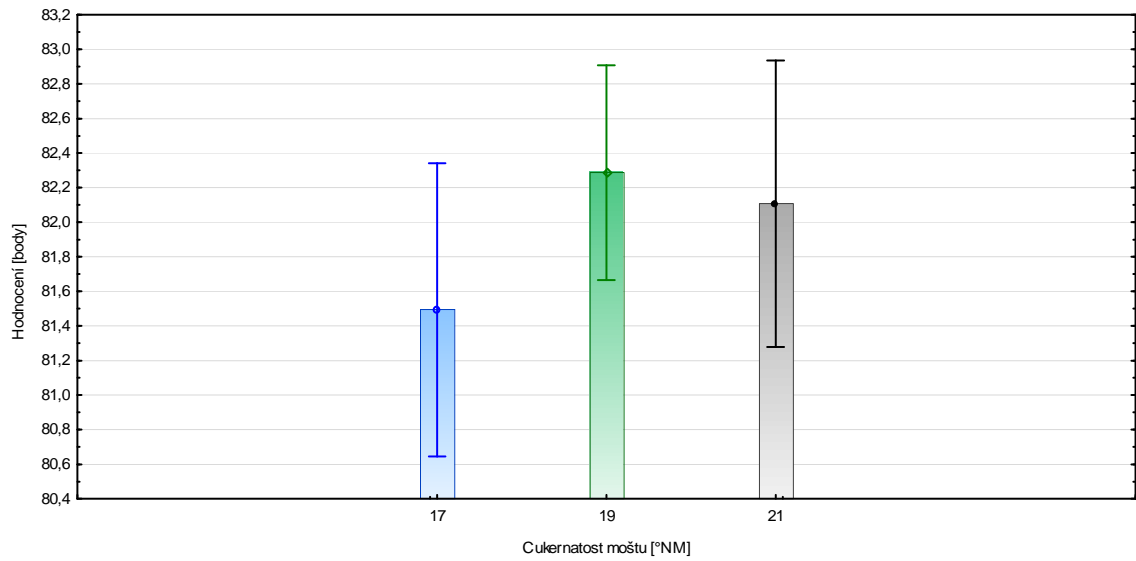
Senzorické hodnocení vín probíhalo na počítačovém systému ELWIS. Mezinárodní stobodovou stupnicí O.I.V. se hodnotila jednotlivá kritéria – vzhled (čirost a barva), vůně (intenzita, čistota a harmonie), chuť (intenzita, čistota, harmonie a perzistence) a celkový dojem. Tato jednotlivá kritéria nám dávají celkové bodové hodnocení v rozmezí 42 – 100 bodů.

Dále se pak hodnotil profil mohutnosti a aromatický profil vín.

U profilu mohutnosti se hodnotila intenzita a bohatost vůně, intenzita a bohatost chuti, tělo, komplexnost, rovnováha a potenciál zrání.

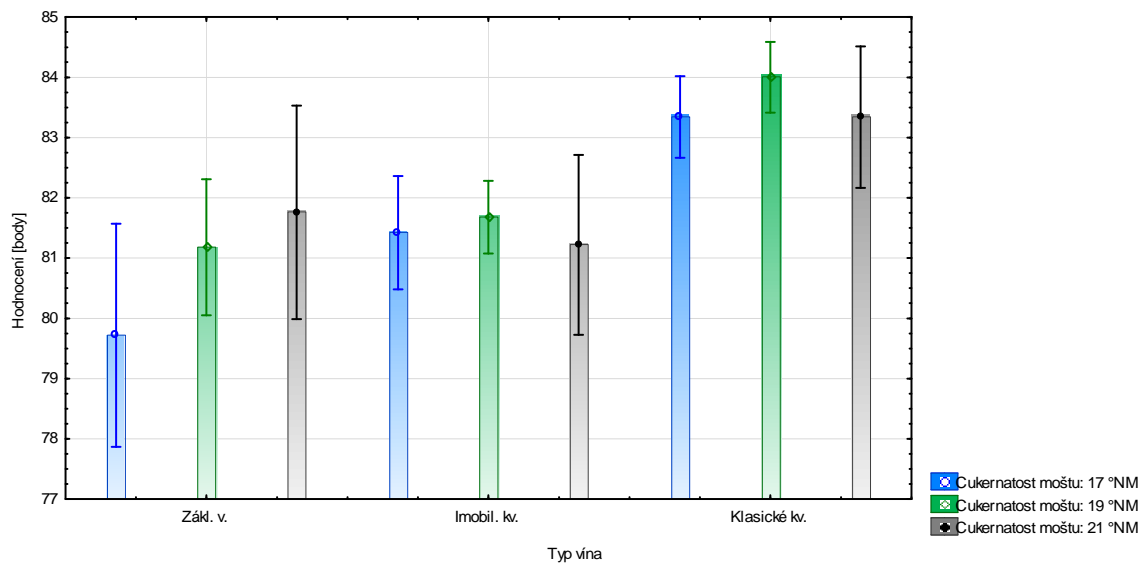
U aromatického profilu se hodnotily následující profily: květnaté (kvetoucí stromy, luční květy, růže, fialka, pivoňka), bylinné (listy rybízu, máta, paprika, seno), tropické ovoce (banán, ananas, mango, liči, žlutý meloun), citrusové ovoce (grapefruit, limeta, pomeranč, mandarinka), jádrové ovoce (zelené jablko, hruška), peckové ovoce (broskev, meruňka, třešně, višně), drobné ovoce (angrešt, rybíz, jahoda, malina), vařené a sušené ovoce (kompot, rozinky, povidla), pečené a karamelizované (med, bisciut, pražené oříšky, karamel, toast), autolyzátové (máslo, brioška, droždí), kořenité (bílý pepř, vanilka, koření), barikové (dřevité, pryskyřičné, kouř), minerální a ostatní (pazourek, zemitost, petrolej).

### 5.2.1 Bodové hodnocení vín stobodovou stupnicí



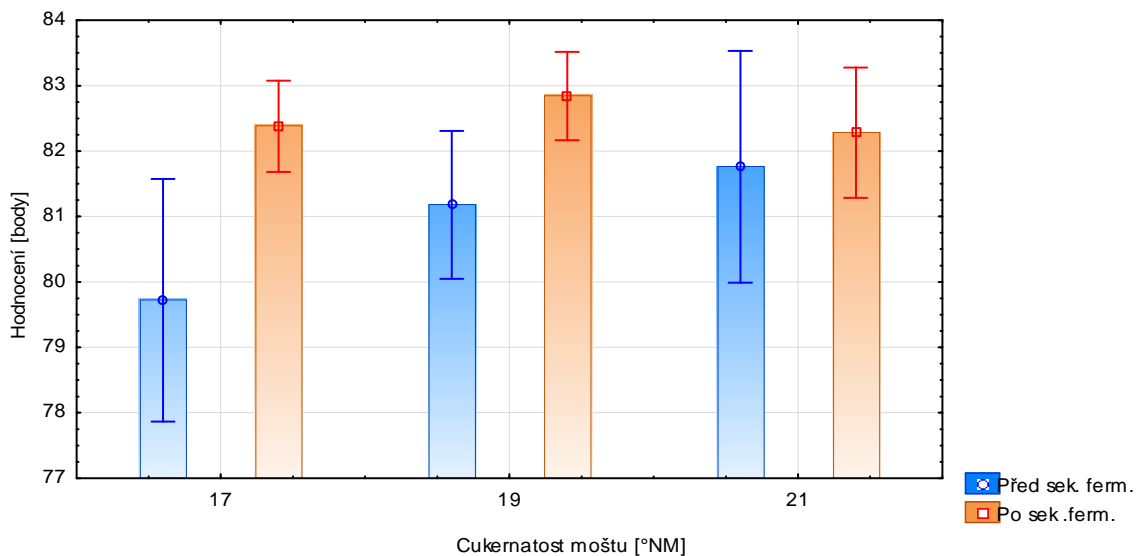
Graf 2: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle cukernatosti moštu

Graf 2 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle cukernatosti moštu. Toto srovnání průměrného hodnocení ukázalo, že varianta 19 °NM byla hodnocena s 82,29 body jako nelepší. Za ní následovala varianta 21 °NM s 82,11 body a poté varianta 17 °NM s 81,49 body.



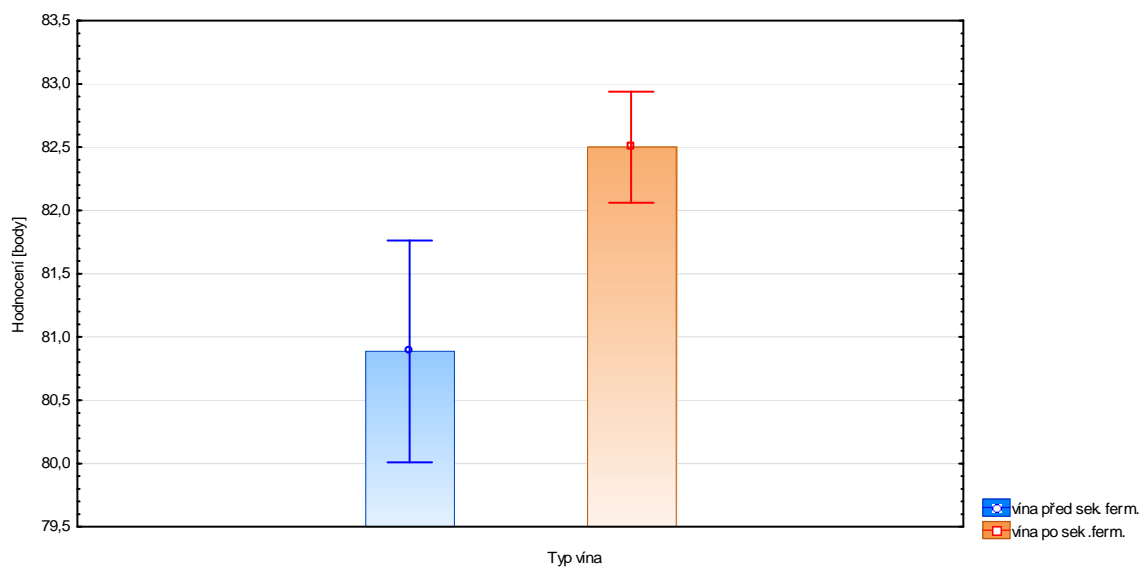
Graf 3: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle cukernatosti a seskupeno dle typu vína

Graf 3 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle cukernatosti moštu a seskupena dle typu vína. Grafické srovnání ukázalo, že i když základní víno při cukernatosti 21 °NM bylo s 81,76 body hodnoceno jako nejlepší, naopak v ostatních dvou variantách byla ohodnocena nelépe vína při cukernatosti 19 °NM u imobilizovaných kvasinek 81,68 bodů a klasických kvasinek 84,00 bodů. Na rozdíl od varianty 21 °NM je u variant 17 a 19 °NM vidět také stoupající tendence hodnocení od základního vína až po víno vyrobené klasickými kvasinkami.



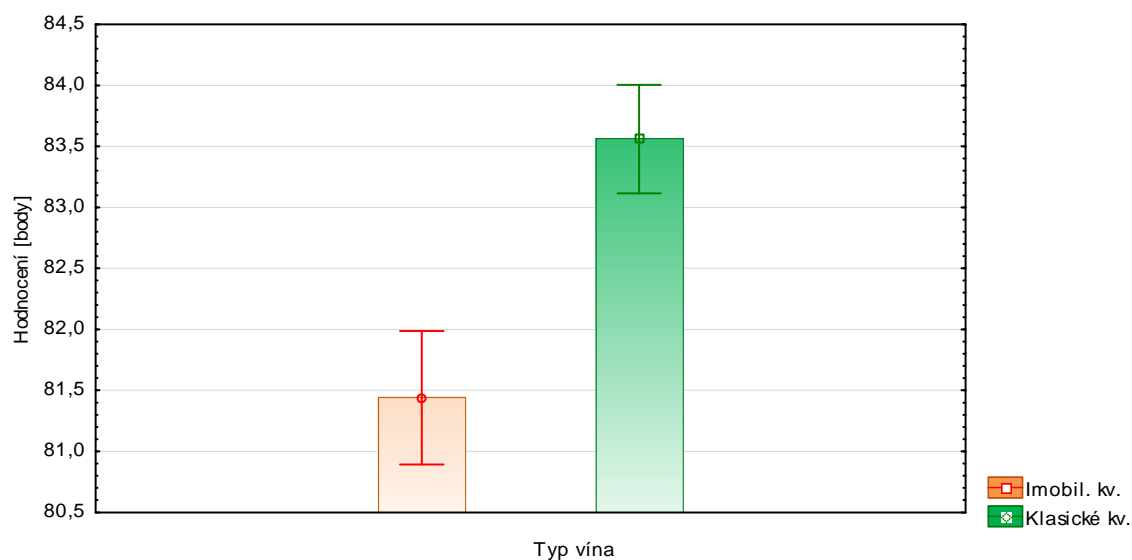
Graf 4: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle cukernatosti moštu

Graf 4 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle před a po sekundární fermentaci a seskupena dle cukernatosti moštu. V grafu je znatelný rozdíl mezi hodnocením základních vín všech tří cukernatostí moštu a vínem po sekundární fermentaci (bez rozlišení na imobilizované a klasické kvasinky). Jako nelépe hodnocena byla s 82,84 body skupina vín po sekundární fermentaci s cukernatostí moštu 19 °NM.



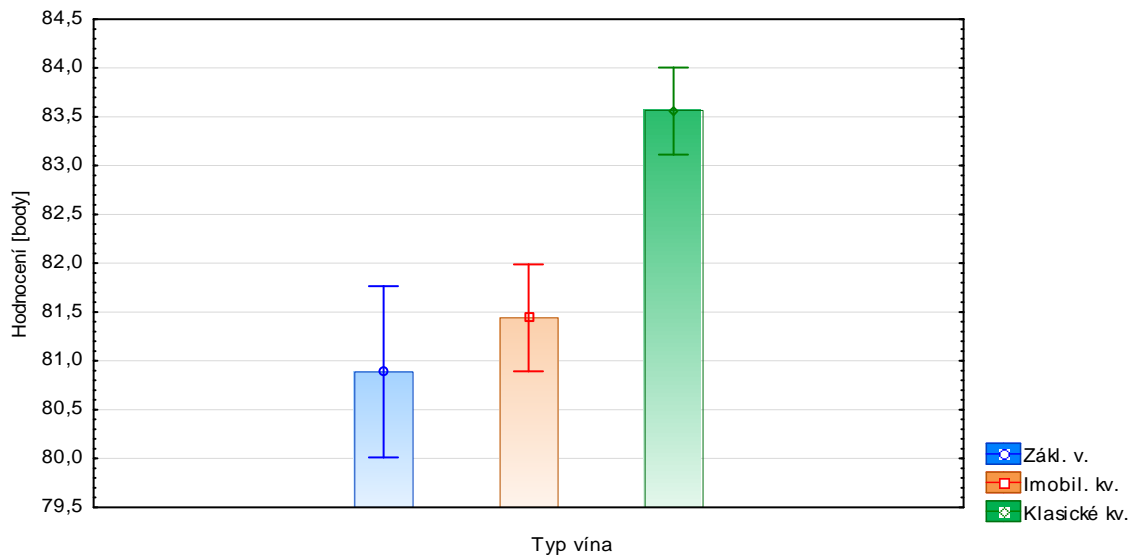
Graf 5: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci

Graf 5 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle před a po sekundární fermentaci. Na grafu vidíme statisticky průkazný rozdíl mezi hodnocením základního vína s 80,89 body a vínem po sekundární fermentaci s 82,50 body.



Graf 6: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle imobilizované a klasické kvasinky

Graf 6 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle imobilizované a klasické kvasinky. Graf ukazuje statisticky průkazný rozdíl mezi hodnocením vín s imobilizovanými kvasinkami s 81,44 body a víny s klasickými kvasinkami hodnocenými 83,56 body.

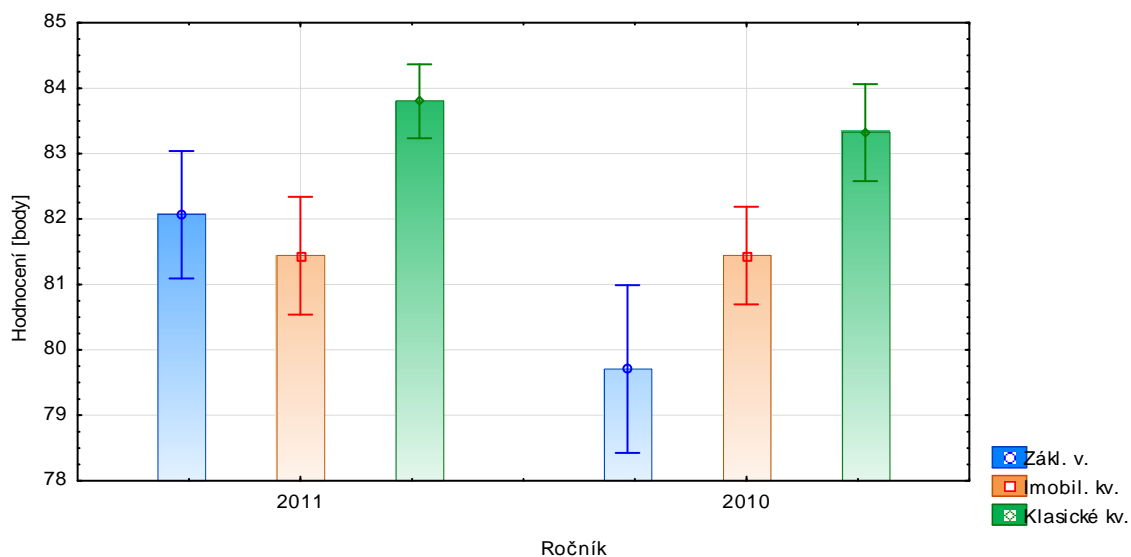


Graf 7: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína

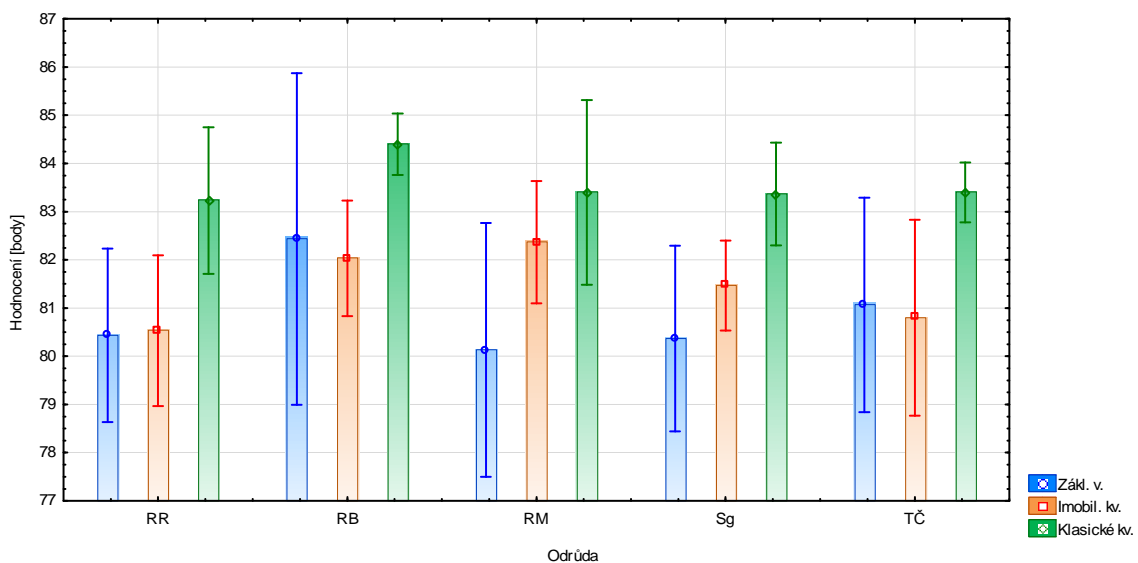
Graf 7 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle typu vína. Statisticky průkazný rozdíl je mezi víny s klasickými kvasinkami hodnocenými 83,56 body a základními víny a víny s imobilizovanými kvasinkami. Vína vyrobená imobilizovanými kvasinkami jsou hodnocena průměrně jen o 0,55 bodů lépe než vína základní.

Graf 8 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle typu vína a seskupena dle ročníku vína. Na tomto grafu jsou názorně zobrazeny rozdíly mezi ročníky 2010 a 2011. U obou ročníků je nejlépe hodnocena třetí varianta s klasickými kvasinkami, u ročníku 2011 je to o 0,48 bodu více než u ročníku 2010. U ročníku 2011 je základní víno s 82,07 body hodnoceno lépe než varianta s imobilizovanými kvasinkami hodnocena 81,44 body. Stejné hodnocení 81,44 bodů má tato varianta i v ročníku 2010 a naopak hůře hodnoceno je víno základní se 70,71 body. U ročníku 2010 se sekundární fermentace odrazila na vyšším bodovém hodnocení v obou variantách, zatímco u ročníku 2011 tomu tak nebylo.





Graf 8: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle ročníku vína

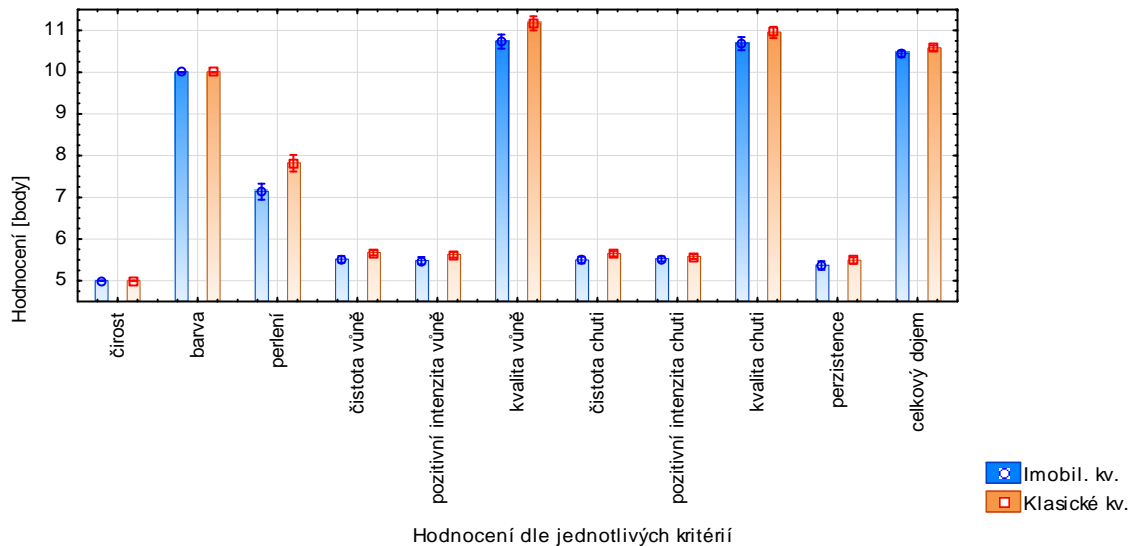


Graf 9: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle odrůdy

Graf 9 srovnává průměrné bodové hodnocení vín, která jsou kategorizována dle typu vína a seskupena dle odrůdy. Při hodnocení všech variant napříč odrůdami je v grafu znatelná dominance vín vyrobených pomocí klasických kvasinek. U odrůd Rulandské bílé a Tramín červený byla lépe hodnocena základní vína než vína vyrobená

imobilizovanými kvasinkami, u odrůd Ryzlink rýnský, Rulandské modré a Sauvignon tomu bylo naopak.

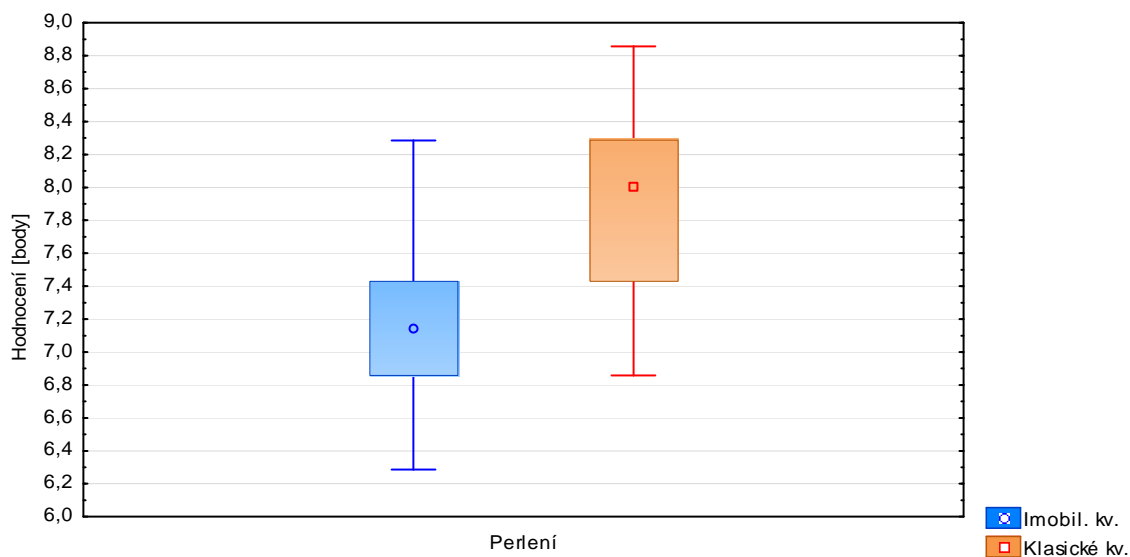
### 5.2.2 Bodové hodnocení dle jednotlivých kritérií stobodové stupnice



Graf 10: Porovnání bodového hodnocení kategorizováno dle imobilizované a klasické kvasinky a seskupeno dle hodnotících kritérií

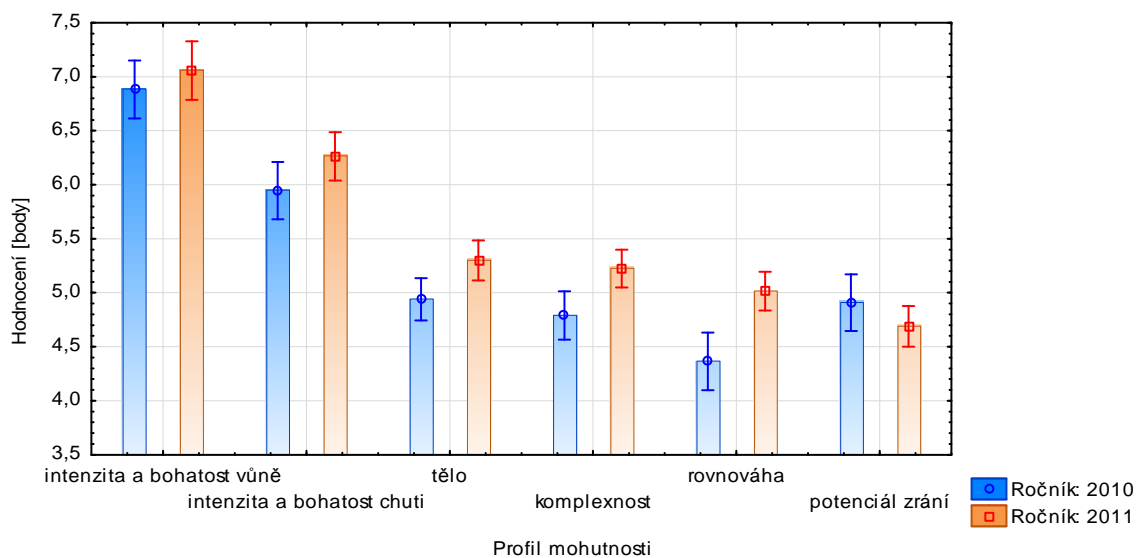
Graf 10 ukazuje hodnocení rozdělené na jednotlivá hodnotící kritéria vzhledu, vůně, chuti a celkového dojmu. Kromě čírosti a barvy jsou vína vyrobená klasickými kvasinkami hodnocena ve všech ostatních kritériích lépe. Největší rozdíly v hodnocení jsou u perlení a kvality vůně. Součet jednotlivých hodnotících kritérií nám dává celkové bodové hodnocení, které můžeme porovnat v grafu (Graf 6).

Krabicový graf (Graf 11) srovnává hodnocení perlení mezi šumivými víny vyrobenými imobilizovanými a klasickými kvasinkami. Srovnání intervalu směrodatné chyby průměru hodnocení perlení ukázalo, že hodnocení bylo prokazatelně vyšší u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek než u vín vyrobených imobilizovanými kvasinkami.



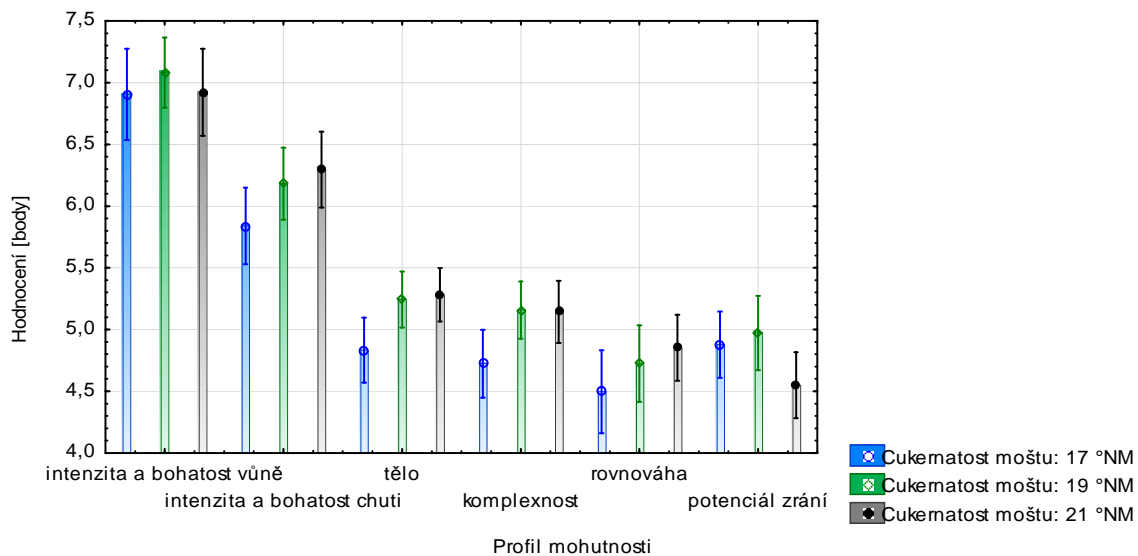
Graf 11: Krabicový graf hodnocení perlení kategorizováno dle typu vína

### 5.2.3 Profil mohutnosti vín



Graf 12: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle ročníku a seskupeno dle hodnotících kritérií

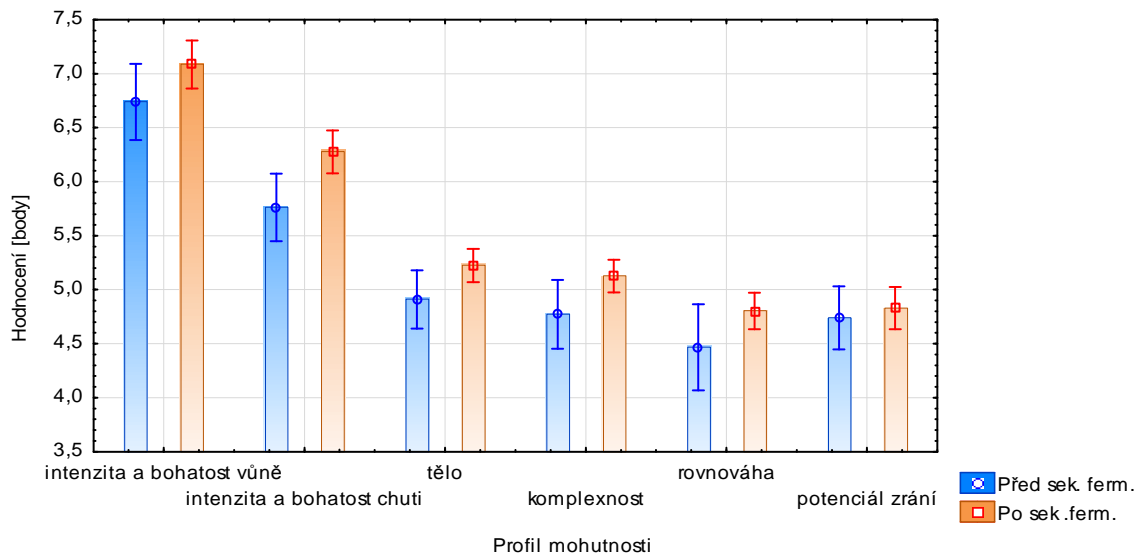
Hodnocení profilu mohutnosti (Graf 12) kategorizováno dle ročníku je z pohledu ročníku 2011 ve všech kritériích lepší, kromě potenciálu zrání, který je lépe hodnocený v ročníku 2010.



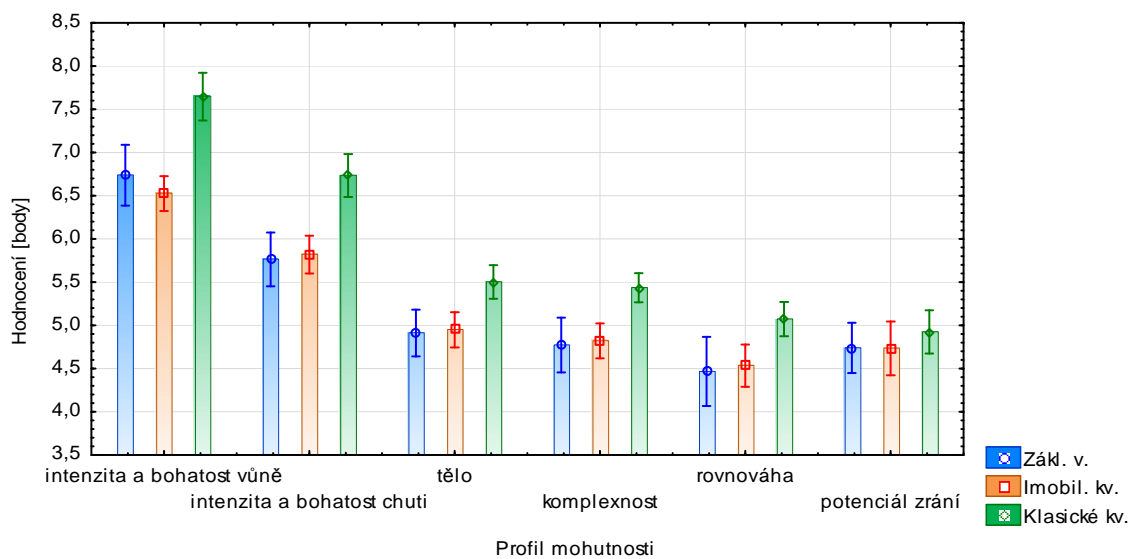
Graf 13: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle cukernatosti a seskupeno dle hodnotících kritérií

V grafu (Graf 13) je porovnání profilu mohutnosti dle cukernatosti moštu. Intenzita a bohatost vůně a potenciál zrání je nejlépe hodnocený při cukernatosti 19 °NM. Při cukernatosti 21 °NM je nejlépe hodnocena intenzita a bohatost chuti a rovnováha. Tělo a komplexnost vína je téměř stejně hodnoceno jak u cukernatosti moštu 19 °NM, tak i u 21 °NM. Z výsledků lze vyvodit, že víno při cukernatosti 21 °NM je chuťově intenzivní a bohaté, v rovnováze, ale je již na svém vrcholu a nepředpokládá se u něj velký potenciál v dalším zrání na rozdíl od vín při cukernatosti moštu 19 °NM.

Graf 14 znázorňuje hodnocení profilu mohutnosti, který je kategorizovaný dle před a po sekundární fermentaci. Z grafu je patrné, že vína po sekundární fermentaci, tedy vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami, jsou ve všech parametrech profilu mohutnosti hodnocena lépe.



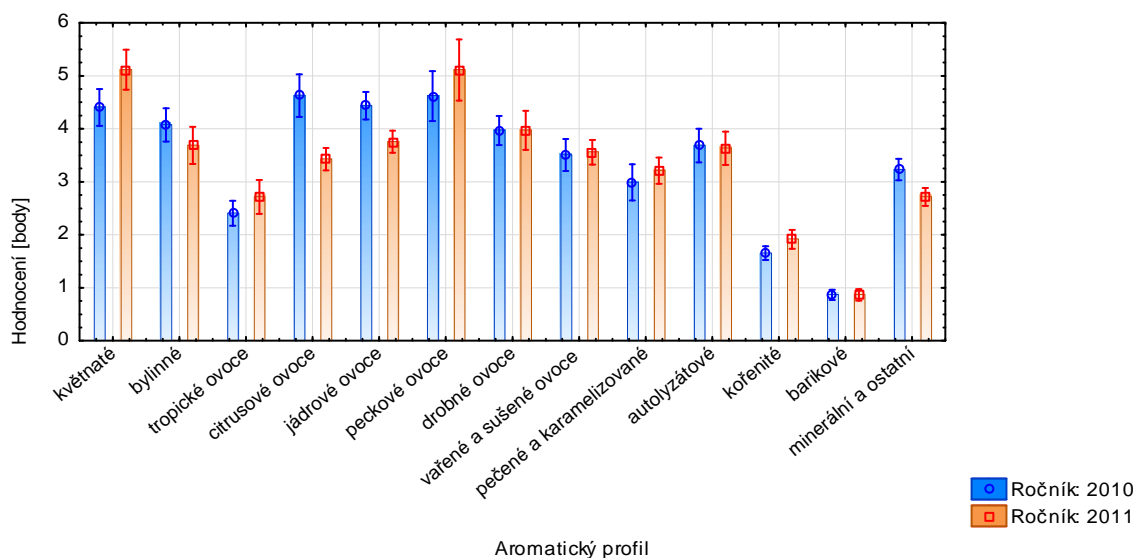
Graf 14: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle hodnotících kritérií



Graf 15: Porovnání hodnocení profilu mohutnosti kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle hodnotících kritérií

Graf 15 znázorňuje hodnocení profilu mohutnosti, tak jako předchozí graf, ale tento graf je kategorizován dle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky). V tomto grafickém znázornění můžeme vidět jednoznačnou dominanci v hodnocení profilu mohutnosti u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek.

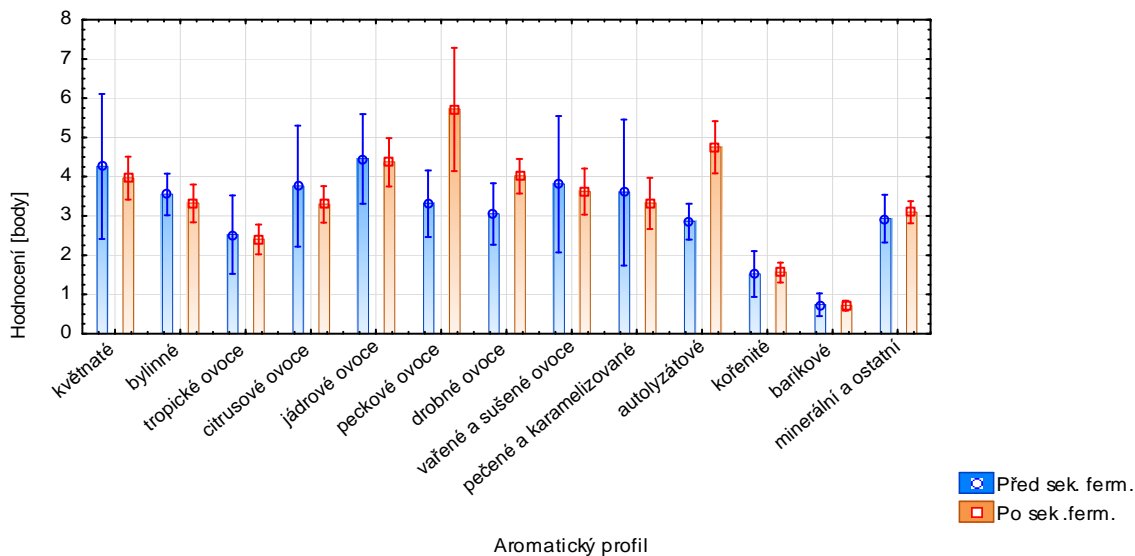
## 5.2.4 Aromatický profil vín



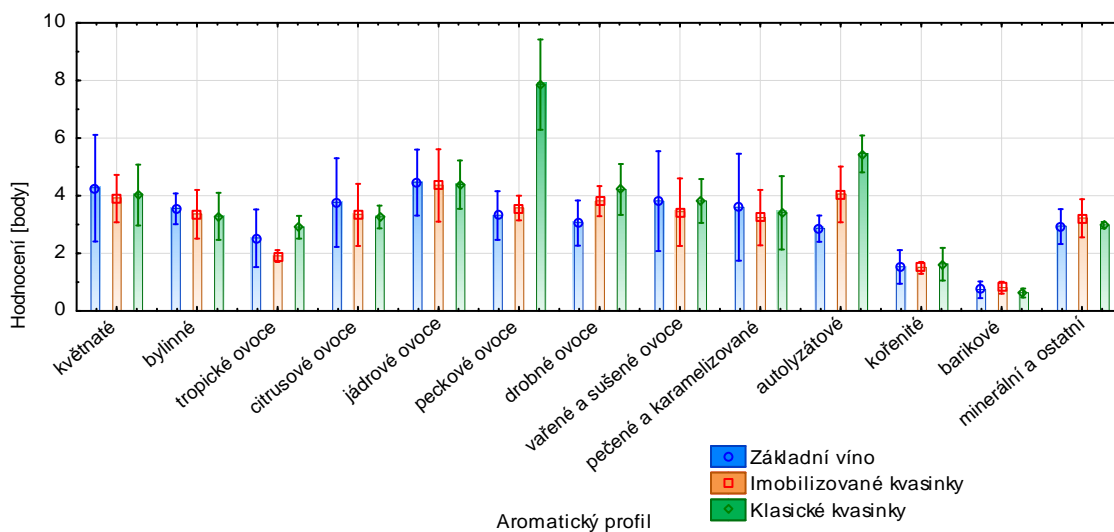
Graf 16: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle ročníku a seskupeno dle hodnotících kritérií

Graf 16 znázorňuje hodnocení jednotlivých kritérií aromatického profilu, které je kategorizováno dle ročníku. V tomto zobrazení jsou pro ročník 2010 převládající vůně jako bylinná (listy rybízu, máta, paprika, seno), citrusové ovoce (grapefruit, limeta, pomeranč, mandarinka), jádrové ovoce (zelené jablko, hruška) a minerální a ostatní (pazourek, zemitost, petrolej). U ročníku 2011 jsou dominantní kategorie vůní květnaté (kvetoucí stromy, luční květy, růže, fialka, pivoňka), tropické ovoce (banán, ananas, mango, liči, žlutý meloun), peckové ovoce (broskev, meruňka, třešně, višně) a kořenité (bílý pepř, vanilka, koření).

U grafického znázornění aromatického profilu (Graf 17), který je kategorizován na vína před a po sekundární fermentaci je možné vidět znatelné vyšší hodnocení po sekundární fermentaci u vůně peckového ovoce, drobného ovoce a autolyzátové.



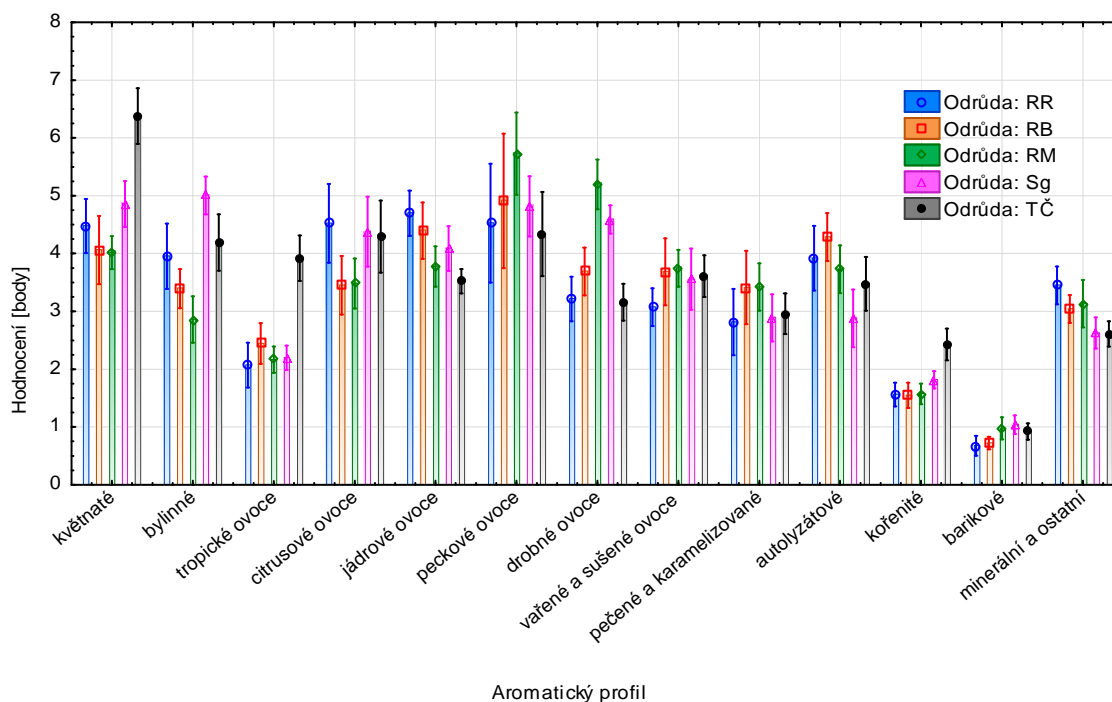
Graf 17: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci a seskupeno dle hodnotících kritérií



Graf 18: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle typu vína a seskupeno dle hodnotících kritérií

V grafu (Graf 18) je znázorněno srovnání dle typu vína. U vín vyrobených pomocí klasických kvasinek je dominantní vůně peckového ovoce a autolyzátová, dále pak vůně tropického ovoce a drobného ovoce. U vín vyrobených imobilizovanými kvasinkami je mírně dominantní pouze vůně minerální a ostatní. U základních vín jsou

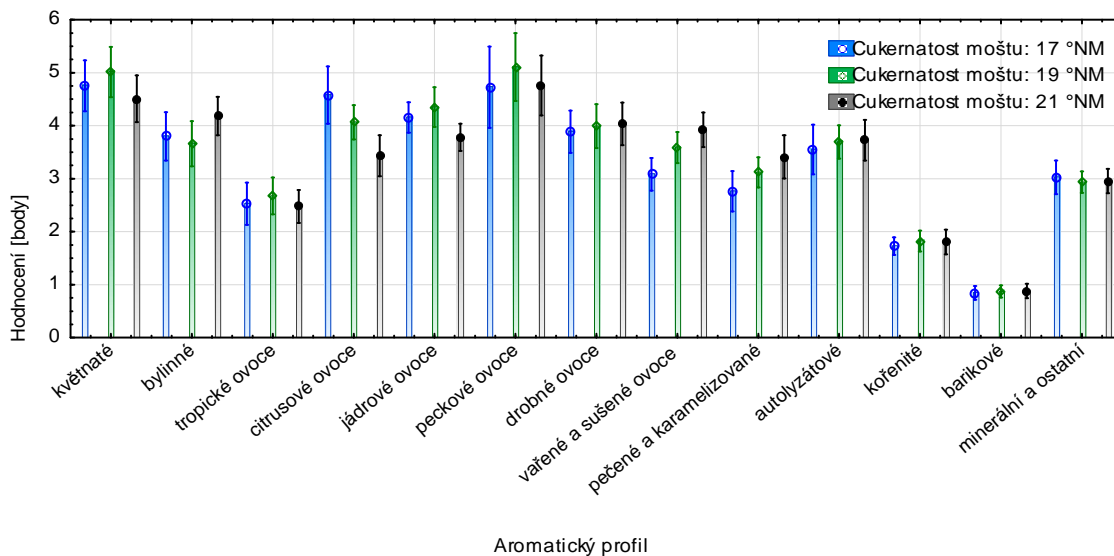
lehce dominantní vůně jako citrusové ovoce, květnaté, jádrové ovoce a pečené a karamelizované. Již v předchozím grafu byl znatelný nárůst v hodnocení u aromatického profilu autolyzátové. V grafu (Graf 18) je znázorněn tento nárůst s rozdělením na vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami ve prospěch vín vyrobených klasickými kvasinkami.



Graf 19: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle odrůd a seskupeno dle hodnotících kritérií

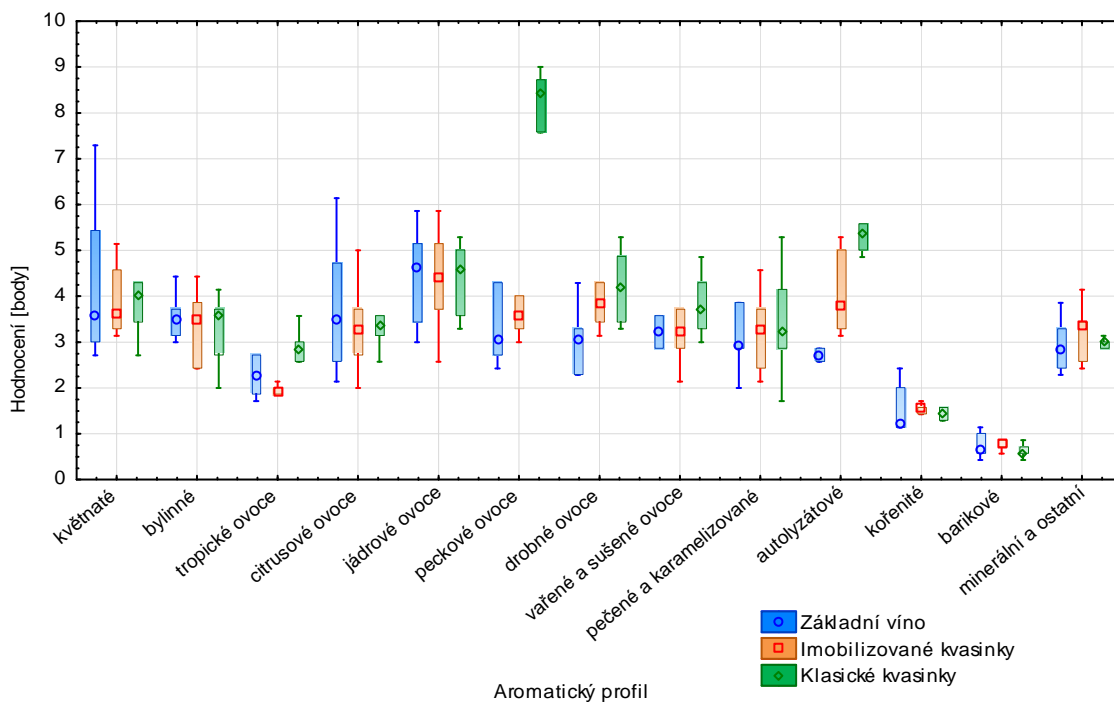
Porovnání aromatického profilu kategorizovaného dle odrůd znázorňuje Graf 19. U odrůdy Tramín červený je dominantní vůně tropického ovoce, kořenitá a květnatá, u odrůdy Sauvignon bylinná vůně, u odrůdy Rulandské modré vůně peckového ovoce, drobného ovoce, u odrůdy Rulandské bílé autolyzátová vůně a u odrůdy Ryzlink rýnský vůně citrusového ovoce, jádrového ovoce a minerální a ostatní vůně.





Graf 20: Porovnání hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle cukernatosti moštu a seskupeno dle hodnotících kritérií

V grafu (Graf 20) je zřejmé, že při cukernatosti moštu 17 °NM dominovaly vůně citrusového ovoce a minerální a ostatní, při 19 °NM vůně květnaté, tropické ovoce, jádrové ovoce, peckové ovoce a při 21 °NM vůně bylinné, drobné ovoce, vařené a sušené ovoce, pečené a karamelizované a autolyzátové.



Graf 21: Krabicový graf hodnocení aromatického profilu kategorizováno dle typu vína

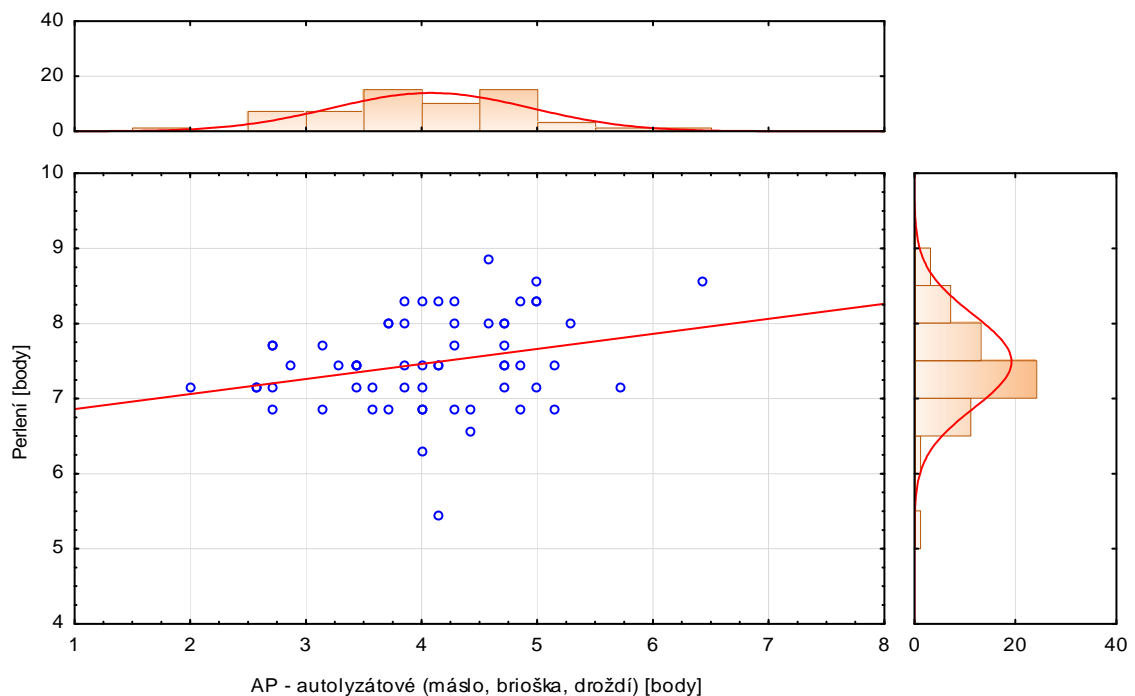
U znázornění krabicového grafu (Graf 21) aromatického profilu, který je kategorizován dle typu vína, je možné sledovat prokazatelný rozdíl mezi víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a víny vyrobenými pomocí klasických kvasinek, a to u aromatického profilu tropického ovoce, autolyzátového aroma a výrazný rozdíl je u peckového ovoce. U aromatického profilu drobné ovoce je prokazatelný rozdíl v obsahu mezi základními víny a víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a je také mezi základními víny a víny vyrobenými klasickými kvasinkami.

### 5.2.5 Závislost autolyzátového aroma na perlení

Tab. 20: Korelační matice perlení a aromatický profil autolyzátové

Proměnná	AP - autolyzátové (máslo, brioška, droždí)
Perlení	0,260230

Tato korelační matice (Tab. 20) znázorňuje střední pozitivní statisticky významnou korelaci mezi hodnocením aromatického profilu autolyzátové a perlením. Následné grafické vyjádření závislosti je zobrazeno v bodovém grafu s histogramy (Graf 22).



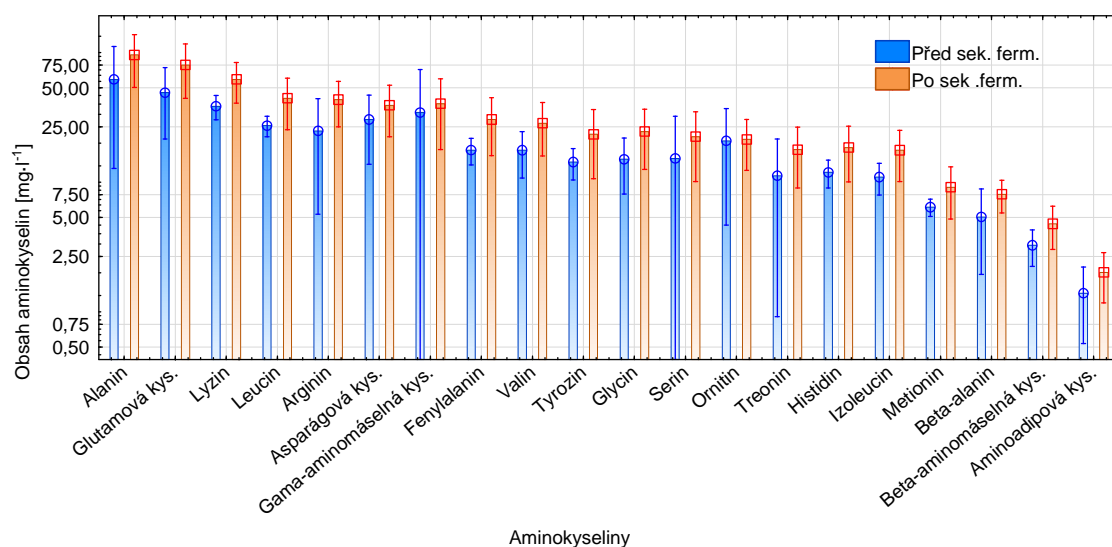
Graf 22: Bodový graf s histogramy zobrazující závislost AP - autolyzátové proti perlení

## 5.3 Aminokyseliny

### 5.3.1 Obsah jednotlivých aminokyselin

Při analýze byly vzhledem k finanční náročnosti stanoveny pouze u odrůdy Rulandské bílé tyto volné aminokyseliny: treonin, serin, asparagová kyselina, glutamová kyselina, prolin, glycin, alanin, valin, metionin, izoleucin, leucin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, beta-aminomáselná kyselina, gama-aminomáselná kyselina, ornitin, lyzin, histidin, arginin, aminoacidipová kyselina. Aminokyselina prolin není zahrnuta do grafického znázornění, protože její obsah je několika násobně vyšší než obsahy ostatních zastoupených kyselin. Z důvodů lepší přehlednosti je u následujících grafů zvolena logaritmická stupnice.

#### 5.3.1.1 Porovnání obsahu aminokyselin dle před a po sekundární fermentaci



Graf 23: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin kategorizováno dle před a po sekundární fermentaci.

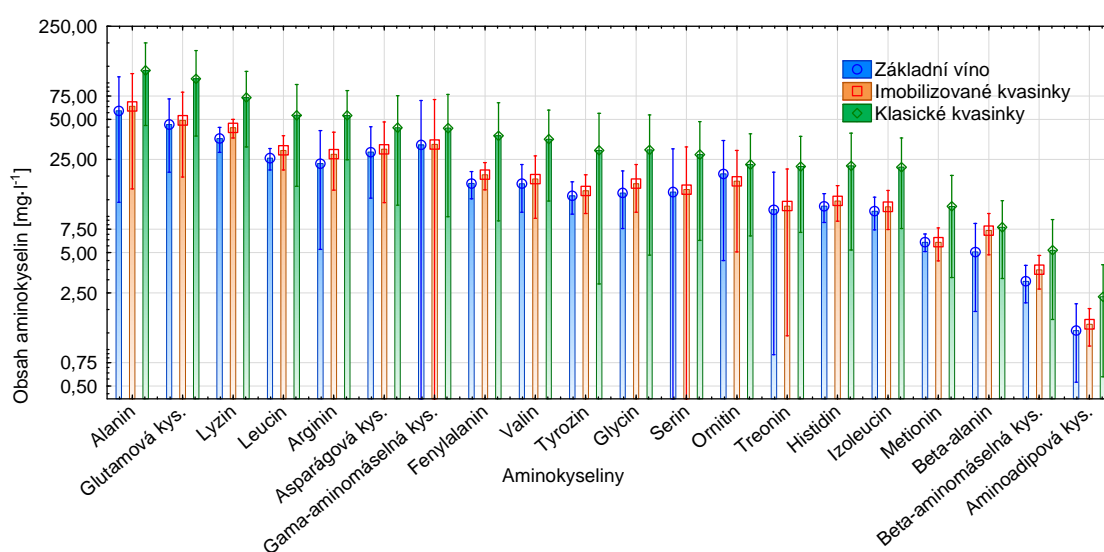
Graf 23 srovnává průměrný obsah jednotlivých aminokyselin, které jsou kategorizovány dle kritéria před a po sekundární fermentaci. Z tohoto srovnání je patrné, že nárůst je patrný u všech zastoupených aminokyselin kromě prolinu (není zobrazen) a ornitinu, jejichž obsah se sekundární fermentací nemění.

Tab. 21: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle jednotlivých variant pokusu

Popisné statistiky	Celkové hodnoty zobrazující všechna měření				Před sekundární fermentací	Po sekundární fermentaci	Základní víno	Imobilizované kvasinky	Klasické kvasinky	Cukernatost moštu			Ročník	
										17 °NM	19 °NM	21 °NM	2010	2011
	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.						Průměr	Průměr	Průměr	Průměr	Průměr
Proměnná - Aminokyseliny [mg·l <sup>-1</sup> ]														
Treonin	14,623	3,8954	37,641	11,943	10,500	16,684	10,500	11,185	22,184	10,404	9,219	24,246	12,145	17,100
Serin	18,791	4,2631	55,871	17,123	14,260	21,057	14,260	14,893	27,220	11,837	10,583	33,954	13,800	23,783
Kyselina asparagová	33,909	11,031	97,633	21,762	28,425	36,650	28,425	29,897	43,404	25,603	25,194	50,929	31,468	36,349
Kyselina glutamová	65,380	23,142	164,25	46,736	45,859	75,140	45,859	49,209	101,07	53,695	44,560	97,884	62,094	68,665
Prolin	747,46	572,27	1092,1	182,70	813,23	714,57	813,23	731,26	697,87	647,63	767,55	827,19	730,16	764,75
Glycin	20,028	4,9753	70,389	15,313	14,069	23,008	14,069	16,492	29,524	15,943	14,411	29,731	19,505	20,551
Alanin	79,158	19,614	195,21	57,358	58,110	89,681	58,110	62,723	116,64	60,218	51,420	125,83	65,474	92,841
Valin	23,297	8,5670	70,439	16,016	16,497	26,696	16,497	17,850	35,542	18,591	16,426	34,873	22,153	24,440
Metionin	7,7171	3,6564	24,690	4,8860	6,0003	8,5755	6,0003	5,9968	11,154	6,1598	6,4281	10,563	8,3358	7,0984
Izoleucin	14,409	6,1546	44,544	9,5149	10,246	16,490	10,246	11,052	21,929	11,601	11,182	20,444	14,282	14,536
Leucin	36,218	16,424	116,75	23,968	25,575	41,540	25,575	29,353	53,727	29,627	29,354	49,672	39,014	33,422
Tyrosin	19,074	5,5806	76,300	15,844	13,372	21,924	13,372	14,545	29,303	15,182	13,487	28,551	20,152	17,995
Fenylalanin	24,475	10,922	87,478	18,102	16,529	28,448	16,529	19,214	37,683	20,256	19,115	34,054	26,605	22,345
beta-alanin	6,7129	0,0000	14,812	3,3913	5,0537	7,5424	5,0537	7,3284	7,7564	5,4249	6,3295	8,3842	6,5055	6,9202
Kyselina betaaminomáselná	3,9982	1,5288	11,398	2,2274	3,0513	4,4717	3,0513	3,7226	5,2207	3,4585	3,3216	5,2145	3,6362	4,3602
Kyselina gama-aminomáselná	35,931	10,653	106,39	32,965	32,256	37,769	32,256	32,423	43,115	23,824	18,330	65,639	25,313	46,550
Ornitin	19,867	0,0000	43,042	13,286	19,524	20,039	19,524	17,172	22,906	26,780	13,766	19,056	22,149	17,586
Lyzin	50,786	28,977	143,73	27,763	36,016	58,171	36,016	43,268	73,074	46,441	41,096	64,822	55,741	45,831
Histidin	15,277	7,4213	52,536	10,556	11,157	17,337	11,157	12,260	22,414	12,761	11,219	21,853	16,082	14,473
Arginin	34,765	7,2276	87,271	23,215	23,305	40,496	23,305	27,428	53,563	29,715	26,208	48,373	27,506	42,025
Kyselina aminoadipová	1,6943	0,0000	4,965	1,1151	1,3016	1,8906	1,3016	1,4512	2,3301	1,5545	1,1418	2,3865	1,7195	1,6690

Tabulka Tab. 21 zobrazuje průměrné hodnoty ze všech měření, minimum, maximum a směrodatnou odchylku z těchto měřených hodnot. Dále tato tabulka zobrazuje průměrné hodnoty dle jednotlivých variant pokusu (cukernatost moštu 17, 19, 21 °NM), ročníku (2010 a 2011), odrůdy (RR, RB, RM,SG, TČ), před a po sekundární fermentaci a podle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky). Pro lepší přehlednost a porovnání sloužily uvedené hodnoty v této tabulce jako podklady k tvorbě grafů.

### 5.3.1.2 Porovnání obsahu aminokyselin dle typu vína

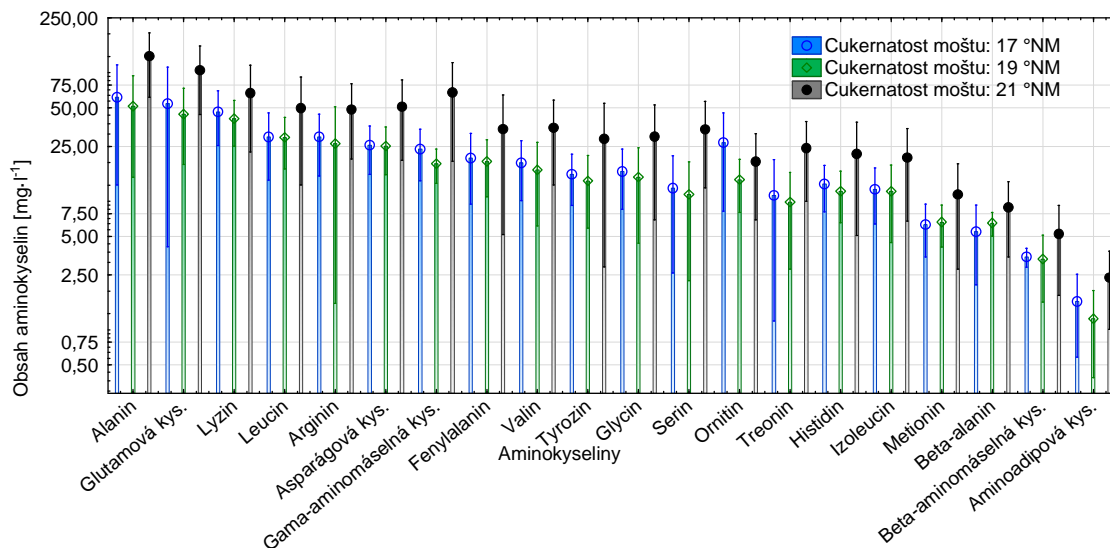


Graf 24: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin v základním víně, víně fermentovaném imobilizovanými kvasinkami a ve víně fermentovaném klasickými kvasinkami

Graf 24 srovnává průměrný obsah jednotlivých aminokyselin v základním víně, víně fermentovaném imobilizovanými kvasinkami a ve víně fermentovaném klasickými kvasinkami. V grafu můžeme u třetí varianty, kde byly použity klasické kvasinky, sledovat u většiny aminokyselin trend v jejich nárůstu. Právě u této varianty vín s klasickými kvasinkami je u aminokyselin alanin, glutamová kyselina, lyzin, arginin, fenylalanin, valin, glycin jejich průměrné zastoupení oproti základnímu vínu a vínu

vyrobenému pomocí imobilizovaných kvasinek téměř dvojnásobné. Přesné zastoupení jednotlivých aminokyselin viz tabulka Tab. 21.

### 5.3.1.3 Porovnání obsahu aminokyselin dle cukernatosti moštu

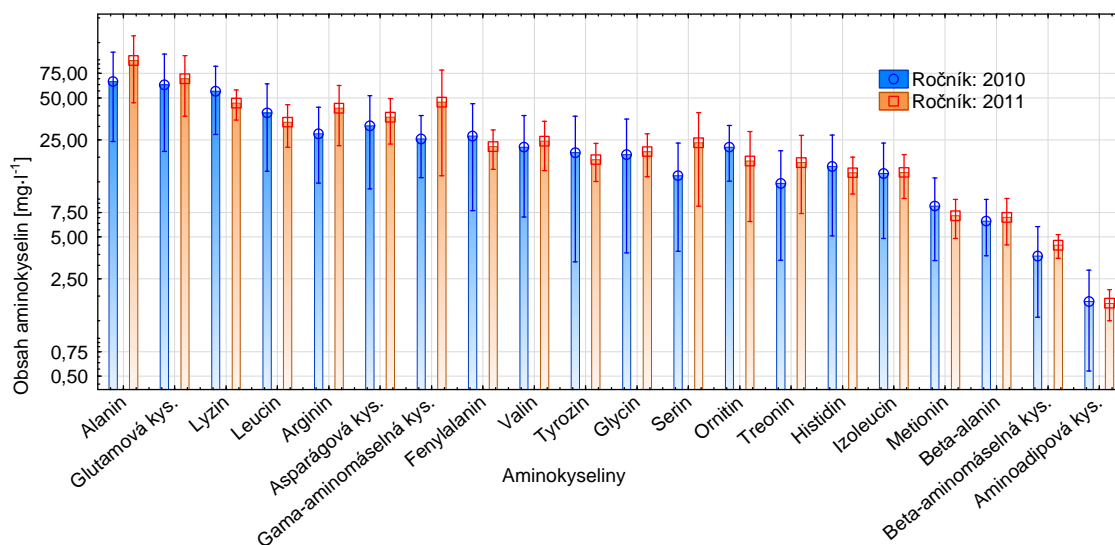


Graf 25: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle cukernatosti moštu.

Graf 25 srovnává průměrný obsah aminokyselin, které jsou kategorizovány dle cukernatosti moštu. Při tomto rozdělení je zřejmá dominance vín vyrobených z moštů, které měla cukernatost 21 °NM, mimo ornitinu. V grafu není zřejmý trend v tom, že by vína při cukernatosti moštu 17 °NM měli nejnižší zastoupení, při 19 °NM vyšší a při 21 °NM nejvyšší. Většina aminokyselin má při cukernatosti 19 °NM stejný obsah jako při 17 °NM nebo některá z nich dokonce i nižší průměrný obsah (alanin, glutamová kyselina, gama-aminomáselná kyselina, lyzin, arginin).

Graf 26 srovnává průměrný obsah aminokyselin podle ročníku. V tomto případě porovnání ročníku 2010 a 2011. U ročníku 2011 byl vyšší průměrný obsah většiny aminokyselin kromě lyzinu, leucinu, fenylalaninu, tyrozinu, ornitinu, histidinu a metioninu. U těchto aminokyselin byl průměrný obsah vyšší v ročníku 2010.

### 5.3.1.4 Porovnání obsahu aminokyselin dle ročníku



Graf 26: Porovnání průměrného obsahu aminokyselin dle ročníku

### 5.3.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek

Tab. 22: Korelační matice ročníku, sekundární fermentace a typu kvasinek s vybranými aminokyselinami

Proměnná	Lyzin	Arginin	Kyselina beta-aminomáselná
Ročník	-0,032125	0,331954	<b>0,524702</b>
Cukernatost moštu	0,262296	0,262296	0,209837
Před nebo po sekundární fermentaci	<b>0,545173</b>	0,408880	0,318018
Imobilizované nebo klasické kvasinky	<b>0,603282</b>	<b>0,537708</b>	0,340985

Korelační matice (Tab. 22) ukazuje statisticky významné korelace mezi kyselinou beta-aminomáselnou a ročníkem a další korelace mezi variantami před a po sekundární fermentaci a lyzinem a také mezi víny vyrobenými imobilizovanými a klasickými kvasinkami a lyzinem a argininem. Tyto uvedené korelační závislosti jsou podstatné až velmi silné.

U ostatních zastoupených aminokyselin se žádná statisticky významná korelace s ročníkem, cukernatostí moštu, variantami před a po sekundární fermentaci a mezi imobilizovanými a klasickými kvasinkami nepotvrdila.

### 5.3.3 Aminokyseliny a jejich korelační závislost

Tab. 23: Korelační matice závislostí jednotlivých aminokyselin - část I.

Proměnná	Treonin	Serin	Kyselina asparagová	Kyselina glutamová	Prolin	Glycin	Alanin	Valin	Metionin	Izoleucin	Leucin	Tyrozín
Treonin	1,000000	0,952528	0,843137	0,929825	0,085655	0,867905	0,898865	0,944272	0,779154	0,931889	0,841073	0,890609
Serin	0,952528	1,000000	0,816305	0,890609	0,178535	0,867905	0,890609	0,907121	0,739938	0,931889	0,847265	0,874097
Kyselina asparagová	0,843137	0,816305	1,000000	0,805986	0,184727	0,917441	0,663571	0,824561	0,826625	0,818369	0,839009	0,936017
Kyselina glutamová	0,929825	0,890609	0,805986	1,000000	-0,027864	0,816305	0,931889	0,954592	0,750258	0,936017	0,810114	0,843137
Prolin	0,085655	0,178535	0,184727	-0,027864	1,000000	0,036120	0,005160	-0,141383	0,273478	-0,089783	0,166151	0,025800
Glycin	0,867905	0,867905	0,917441	0,816305	0,036120	1,000000	0,739938	0,874097	0,775026	0,886481	0,867905	0,977296
Alanin	0,898865	0,890609	0,663571	0,931889	0,005160	0,739938	1,000000	0,880289	0,609907	0,874097	0,696594	0,727554
Valin	0,944272	0,907121	0,824561	0,954592	-0,141383	0,874097	0,880289	1,000000	0,768834	0,983488	0,845201	0,911249
Metionin	0,779154	0,739938	0,826625	0,750258	0,273478	0,775026	0,609907	0,768834	1,000000	0,781218	0,919505	0,826625
Izoleucin	0,931889	0,931889	0,818369	0,936017	-0,089783	0,886481	0,874097	0,983488	0,781218	1,000000	0,886481	0,913313
Leucin	0,841073	0,847265	0,839009	0,810114	0,166151	0,867905	0,696594	0,845201	0,919505	0,886481	1,000000	0,909185
Tyrozín	0,890609	0,874097	0,936017	0,843137	0,025800	0,977296	0,727554	0,911249	0,826625	0,913313	0,909185	1,000000
Fenylalanin	0,839009	0,830753	0,892673	0,795666	0,122807	0,929825	0,665635	0,845201	0,894737	0,867905	0,975232	0,958720
Beta-alanin	0,550052	0,541796	0,696594	0,345717	0,386997	0,688338	0,320949	0,409701	0,587203	0,426213	0,597523	0,657379
Kyselina beta-aminomáselná	0,880289	0,849329	0,820433	0,764706	-0,089783	0,927761	0,748194	0,861713	0,667699	0,861713	0,772962	0,894737
Kyselina gama-aminomáselná	0,644995	0,673891	0,704850	0,552116	0,327141	0,665635	0,570691	0,560372	0,680083	0,568627	0,636739	0,667699
Ornitin	-0,236326	-0,263158	0,031992	-0,087719	-0,244582	-0,065015	-0,188854	-0,135191	-0,275542	-0,195046	-0,271414	-0,044376
Lyzin	0,711042	0,686275	0,415893	0,762642	-0,211558	0,589267	0,830753	0,746130	0,562436	0,742002	0,667699	0,597523
Histidin	0,888545	0,907121	0,735810	0,855521	-0,011352	0,849329	0,826625	0,905057	0,810114	0,923633	0,898865	0,869969
Arginin	0,859649	0,849329	0,589267	0,828689	-0,120743	0,739938	0,923633	0,853457	0,595459	0,849329	0,700722	0,727554
Kyselina aminoadipová	0,859649	0,830753	0,933953	0,884417	0,023736	0,936017	0,754386	0,898865	0,777090	0,882353	0,849329	0,946336



Tab. 24: Korelační matice závislostí jednotlivých aminokyselin - část II.

Proměnná	Fenylalanin	Beta-alanin	Kyselina beta-aminomáselná	Kyselina gama-aminomáselná	Ornitin	Lyzin	Histidin	Arginin	Kyselina aminoadipová
Treonin	0,839009	0,550052	0,880289	0,644995	-0,236326	0,711042	0,888545	0,859649	0,859649
Serin	0,830753	0,541796	0,849329	0,673891	-0,263158	0,686275	0,907121	0,849329	0,830753
Kyselina asparagová	0,892673	0,696594	0,820433	0,704850	0,031992	0,415893	0,735810	0,589267	0,933953
Kyselina glutamová	0,795666	0,345717	0,764706	0,552116	-0,087719	0,762642	0,855521	0,828689	0,884417
Prolin	0,122807	0,386997	-0,089783	0,327141	-0,244582	-0,211558	-0,011352	-0,120743	0,023736
Glycin	0,929825	0,688338	0,927761	0,665635	-0,065015	0,589267	0,849329	0,739938	0,936017
Alanin	0,665635	0,320949	0,748194	0,570691	-0,188854	0,830753	0,826625	0,923633	0,754386
Valin	0,845201	0,409701	0,861713	0,560372	-0,135191	0,746130	0,905057	0,853457	0,898865
Metionin	0,894737	0,587203	0,667699	0,680083	-0,275542	0,562436	0,810114	0,595459	0,777090
Izoleucin	0,867905	0,426213	0,861713	0,568627	-0,195046	0,742002	0,923633	0,849329	0,882353
Leucin	0,975232	0,597523	0,772962	0,636739	-0,271414	0,667699	0,898865	0,700722	0,849329
Tyrozín	0,958720	0,657379	0,894737	0,667699	-0,044376	0,597523	0,869969	0,727554	0,946336
Fenylalanin	1,000000	0,682147	0,828689	0,671827	-0,174407	0,628483	0,886481	0,678019	0,902993
Beta-alanin	0,682147	1,000000	0,692466	0,603715	-0,151703	0,236326	0,525284	0,358101	0,578947
Kyselina beta-aminomáselná	0,828689	0,692466	1,000000	0,599587	-0,236326	0,609907	0,834881	0,799794	0,834881
Kyselina gama-aminomáselná	0,671827	0,603715	0,599587	1,000000	-0,071207	0,438596	0,684211	0,566563	0,568627
Ornitin	-0,174407	-0,151703	-0,236326	-0,071207	1,000000	-0,302374	-0,306502	-0,310630	0,027864
Lyzin	0,628483	0,236326	0,609907	0,438596	-0,302374	1,000000	0,834881	0,882353	0,570691
Histidin	0,886481	0,525284	0,834881	0,684211	-0,306502	0,834881	1,000000	0,859649	0,793602
Arginin	0,678019	0,358101	0,799794	0,566563	-0,310630	0,882353	0,859649	1,000000	0,671827
Kyselina aminoadipová	0,902993	0,578947	0,834881	0,568627	0,027864	0,570691	0,793602	0,671827	1,000000

Korelační matice v tabulce (Tab. 23 a Tab. 24) ukazuje velké zastoupení pozitivních statisticky významných korelací mezi jednotlivými aminokyselinami. Hodnoty korelací mezi jednotlivými aminokyselinami se pohybují v absolutní hodnotě od 0,51 do 0,98, což lze interpretovat jako podstatnou, velmi silnou až téměř perfektní závislost.

Výjimku tvoří aminokyselina prolin, jehož zastoupení v různých typech vín se nemění, protože jej kvasinky neasimilují, a ornitin, který vzniká hydrolyzou argininu. U těchto dvou aminokyselin není žádná pozitivní ani negativní statisticky významná korelace ve spojení s ostatními aminokyselinami.

### 5.3.4 Srovnání senzorického a analytického hodnocení vín - aminokyseliny

#### 5.3.4.1 Hodnocení stobodovou stupnicí

Většina zastoupených jednotlivých aminokyselin nemá pozitivní ani negativní statisticky významnou korelaci na hodnocení pomocí stobodové stupnice kromě pozitivních statisticky významných korelací aminokyselin glycinu, beta-alaninu a metioninu na perlení, což je vyjádřeno v tabulce Tab. 25.

Tab. 25: Korelační matice hodnocení stobodovou stupnicí s vybranými aminokyselinami

Proměnná	Glycin	Beta-alanin	Metionin	Kyselina gama-aminomáselná	Lyzin	Arginin
Perlení	0,721362	0,558308	0,731682	0,112328	0,439773	0,428116
Čistota vůně	-0,139060	-0,280212	0,075281	0,044959	-0,407771	-0,212250
Pozitivní intenzita vůně	0,311307	0,274497	0,224015	0,379668	0,600528	0,464857
Kvalita vůně	-0,104664	-0,303630	0,167877	0,045596	-0,321246	-0,155442
Čistota chuti	-0,130770	-0,092496	0,049969	0,044653	-0,390183	-0,267919
Pozitivní intenzita chuti	0,298244	0,406696	0,176235	0,245060	0,593359	0,486992
Kvalita chuti	-0,241398	-0,435771	0,021945	0,047026	-0,312459	-0,214228
Perzistence	-0,176795	0,003138	0,087874	0,016738	-0,391250	-0,389157
Celkový dojem	0,318932	0,282453	0,245973	0,350200	0,602427	0,418989
Body celkem	0,180032	0,075531	0,247285	0,482154	0,153130	0,329023

Z ostatních aminokyselin má statisticky významnou korelaci lyzin, který má pozitivní podstatnou až velmi silnou závislost na pozitivní intenzitě vůně, chuti a celkovém dojmu. Dále arginin, který má střední až podstatný vliv na pozitivní intenzitu chuti,

a kyselina gama-aminomáselná, která má střední až podstatný vliv na celkové bodové hodnocení.

Tab. 26: Korelační matice znázorňující perlení v závislosti na použití imobilizovaných a klasických kvasinek

Proměnná	Imobilizované nebo klasické kvasinky
Perlení	0,595184

Korelační matice (Tab. 26) ukazuje statisticky významnou korelaci mezi hodnocením perlení a mezi klasickými kvasinkami. Jedná o velmi silný pozitivní vliv klasických kvasinek na hodnocení perlení ve stobodové stupnici.

#### 5.3.4.2 Hodnocení profilu mohutnosti

Tab. 27: Korelační matice profilu mohutnosti a aminokyselin arginin a lyzin

Proměnná	Arginin	Lyzin
PM - intenzita a bohatost vůně	0,352335	0,415548
PM - intenzita a bohatost chuti	0,509825	0,597726
PM - tělo	0,470470	0,466325
PM - komplexnost	0,334197	0,385930
PM - rovnováha	0,347021	0,297150
PM - potenciál zrání	-0,401679	-0,319470

Podstatná až velmi silná závislost (Tab. 27) aminokyselin arginin a lyzin s pozitivní podstatnou až velmi silnou závislostí na profilu mohutnosti v intenzitě a bohatosti chuti. Arginin má také střední až podstatnou závislost na těle vína v profilu mohutnosti.

Tab. 28: Korelační matice profilu mohutnosti s kyselinou glutamovou, alaninem, valinem, prolinem

Proměnná	Kyselina glutamová	Alanin	Valin	Prolin
PM - intenzita a bohatost vůně	0,268396	0,274614	0,353371	-0,593787
PM - intenzita a bohatost chuti	0,416754	0,461221	0,450880	-0,505689
PM - tělo	0,343008	0,426947	0,405185	-0,447672
PM - komplexnost	0,279359	0,322815	0,320746	-0,470772
PM - rovnováha	0,335592	0,359489	0,347021	-0,321046
PM - potenciál zrání	-0,497416	-0,477644	-0,478685	0,252870

V tabulce (Tab. 28) vidíme negativní statisticky významnou korelaci mezi potenciálem zrání a kyselinou glutamovou, alaninem a valinem, kde jsou závislosti střední až

podstatné. Tato korelační matice také znázorňuje negativní statisticky významnou korelaci mezi obsahem prolinu, intenzitou a bohatostí vůně, intenzitou a bohatostí chuti a komplexností. V tabulce je možné vidět střední až podstatnou negativní závislost komplexnosti vína na obsahu prolinu a podstatnou až velmi silnou negativní závislost na intenzitě a bohatosti vůně i chuti.

### 5.3.4.3 Hodnocení aromatického profilu

Tab. 29: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti moštu, sekundární fermentace a typu kvasinek na aromatický profil

Proměnná	Ročník	Cukernatost moštu	Před nebo po sekundární fermentaci	Imobilizované nebo klasické kvasinky
AP - květnaté	0,633421	-0,157786	0,056936	0,096561
AP - bylinné	-0,129167	0,158196	-0,057084	-0,072804
AP - tropické ovoce	0,161796	-0,052842	0,034322	0,875190
AP - citrusové ovoce	-0,107751	-0,824800	-0,102859	-0,048622
AP - jádrové ovoce	-0,354470	-0,578847	-0,022786	-0,072548
AP - peckové ovoce	0,300451	0,243127	0,512158	0,872103
AP - drobné ovoce	0,236559	0,026339	0,593057	0,266476
AP - vařené a sušené ovoce	-0,161374	0,625867	0,114109	0,266476
AP - pečené a karamelizované	-0,140004	0,211038	0,022846	0,072675
AP - autolyzátové	-0,257529	-0,013142	0,751165	0,678302
AP - kořenité	0,423788	-0,279479	0,242036	-0,173595
AP - barikové	-0,099015	0,148216	0,011669	-0,523692
AP - minerální a ostatní	-0,659007	-0,258012	0,229175	-0,292770

Korelační matice v tabulce (Tab. 29) znázorňuje statisticky významné korelace mezi aromatickým profilem a ročníkem, cukernatostí moštu, variantami před a po sekundární fermentaci a také mezi víny vyrobenými imobilizovanými a klasickými kvasinkami. Mezi aromatickým profilem květnaté a ročníkem je pozitivní a mezi ročníkem a aromatickým profilem minerální a ostatní je negativní statisticky významná korelace, obě podstatné až velmi silné. Mezi cukernatostí moštu a aromatickým profilem citrusové je velmi silná a mezi jádrovým ovocem je podstatná až velmi silná negativní a mezi cukernatostí moštu a vařeným a sušeným ovocem je podstatná až velmi silná pozitivní statisticky významná korelace. Z pohledu rozdělení vín před a po sekundární fermentaci jsou ve prospěch vína po sekundární fermentaci pozitivní statisticky významné korelace s peckovým ovocem (podstatná až velmi silná), drobným ovocem (podstatná až velmi silná) a s autolyzátovým aromatickým profilem (velmi silná). Následné rozdělení na vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami ukazuje pozitivní statisticky významné korelace mezi víny

s klasickými kvasinkami a topickým, peckovým ovocem (velmi silná) a autolyzátočným aromatickým profilem (podstatná až velmi silná).

Tab. 30: Korelační matice aromatického profilu a kyseliny beta-aminomáselné, kyseliny glutamové, alaninu, argininu a prolinu

Proměnná	Kyselina beta-aminomáselná	Kyselina glutamová	Alanin	Arginin	Prolin
AP - květnaté	0,542164	0,247285	0,257631	0,307295	-0,285567
AP - bylinné	0,001037	0,151454	0,205397	0,030083	0,050831
AP - tropické ovoce	0,106032	0,099795	0,134099	0,155929	-0,217261
AP - citrusové ovoce	-0,236765	-0,541028	-0,564912	-0,412261	0,114229
AP - jádrové ovoce	-0,306420	-0,395447	-0,545551	-0,410975	-0,009317
AP - peckové ovoce	0,409515	0,361945	0,444675	0,581180	-0,112720
AP - drobné ovoce	0,306738	0,246634	0,332645	0,521248	0,017617
AP - vařené a sušené ovoce	-0,062209	0,220842	0,162780	0,086056	-0,203216
AP - pečené a karamelizované	-0,253248	-0,228338	-0,209656	-0,221073	-0,576034
AP - autolyzátočvé	0,602487	0,571431	0,505178	0,476193	-0,303000
AP - kořenité	0,401090	0,118337	0,205258	0,360248	-0,582262
AP - barikové	0,141016	0,214175	0,168583	0,018025	-0,354130
AP - minerální a ostatní	-0,249880	-0,138475	-0,205110	-0,193657	-0,267579

Tabulka (Tab. 30) znázorňuje korelační matici, ze které jsou znatelné vzájemné pozitivní statisticky významné korelace s podstatnou až velmi silnou závislostí mezi kyselinou beta-aminomáselnou a květnatou vůní aromatického profilu (kvetoucí stromy, luční květy, růže, fialka, pivoňka). Další znázorněná pozitivně statisticky významná korelace je mezi vůní peckového ovoce (broskev, meruňka, třešně, višně) a argininem a vůní drobného ovoce (angrešt, rybíz, jahoda, malina) a argininem (obě podstatné až velmi silné).

Negativní statisticky významná korelace je mezi citrusovou vůní aromatického profilu (grapefruit, limeta, pomeranč, mandarinka) a kyselinou glutamovou a alaninem (obě podstatné až velmi silné). Taktéž negativní statisticky významná korelace je u vůně jádrového ovoce aromatického profilu (zelené jablko, hruška) s alaninem (podstatná až velmi silná). Další negativní statisticky významné korelace jsou mezi pečenou a karamelizovanou vůní (med, biscuit, pražené oříšky, karamel, toast) a prolinem a mezi prolinem a kořenitou vůní (bílý pepř, vanilka, koření). Obě závislosti lze hodnotit jako podstatné až velmi silné.

Statisticky významné korelace aminokyselin na autolyzátočvý aromatický profil jsou komplexně znázorněny v následující tabulce.

Tab. 31: Korelační matice aromatického profilu autolyzátové a vybraných aminokyselin

Proměnná	AP - autolyzátové
Treonin	0,572467
Serin	0,471017
Kyselina asparagová	0,606628
Kyselina glutamová	0,571431
Glycin	0,548657
Alanin	0,505178
Valin	0,534164
Tyrosin	0,547622
Fenylalanin	0,485510
Beta-alanin	0,557974
Kyselina beta-aminomáselná	0,602487
Arginin	0,476193
Kyselina aminoadipová	0,612839

Tabulka (Tab. 31) ukazuje korelační matici autolyzátového aromatického profilu (máslo, brioška, droždí) a statisticky významných korelací s aminokyselinami. Všechny znázorněné korelační závislosti jsou pozitivní, v rozmezí od 0,471017 u serinu do 0,612839 u kyseliny aminoadipové. Korelační závislosti autolyzátového aromatického profilu jsou střední až podstatná u serinu, fenylalaninu a argininu. Všechny ostatní korelační závislosti jsou podstatné až velmi silné.

Mezi ostatními složkami aromatického profilu – bylinné (listy rybízu, máta, paprika, seno), tropické ovoce (banán, ananas, mango, liči, žlutý meloun), citrusové ovoce (grapefruit, limeta, pomeranč, mandarinka), jádrové ovoce (zelené jablko, hruška), peckové ovoce (broskev, meruňka, třešně, višně), drobné ovoce (angrešt, rybíz, jahoda, malina), vařené a sušené ovoce (kompot, rozinky, povidla), barikové (dřevité, pryskyřičné, kouř), minerální a ostatní (pazourek, zemitost, petrolej) a jednotlivými aminokyselinami nebyly nalezeny statisticky významné korelace.

## 5.4 Fenolické látky

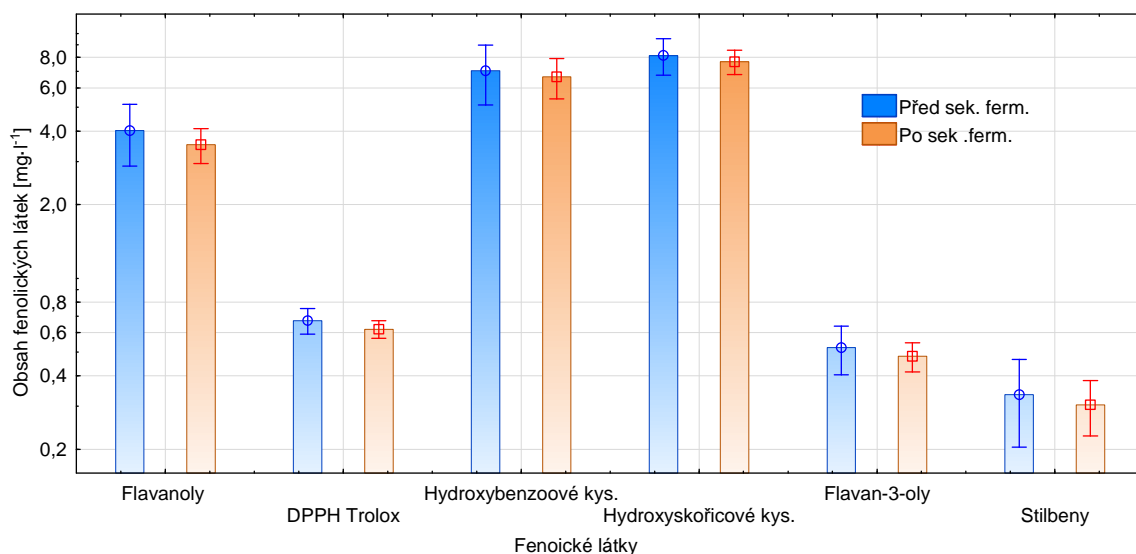
### 5.4.1 Porovnání obsahu fenolických látek

Tab. 32: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek dle jednotlivých variant pokusu

Proměnná - Fenolické látky [mg·l <sup>-1</sup> ]			Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kyseliny	Hydroxykřovičové kyseliny	Flavan-3-oly	Stilbeny
Celkové hodnoty zobrazují všechny měření		Průměr	3,6844	0,6370	6,7905	7,8324	0,4938	0,3146
		Minimum	0,1000	0,2900	1,2951	1,8086	0,1615	0,0777
		Maximum	12,400	1,0500	17,230	14,770	1,4548	1,4861
		Sm.odch.	2,5203	0,2039	4,9204	3,4847	0,2747	0,3159
Cukernatost moštu [°NM]	17	Průměr	3,3700	0,6443	7,7003	6,6936	0,4914	0,2548
	19	Průměr	3,4533	0,6237	6,5562	7,8567	0,4755	0,3187
	21	Průměr	4,2300	0,6430	6,1150	8,9468	0,5145	0,3704
Ročník	2010	Průměr	1,9000	0,5024	2,7045	6,0388	0,2760	0,1729
	2011	Průměr	5,4689	0,7716	10,876	9,6259	0,7116	0,4563
Odrůda	RR	Průměr	2,4722	0,6417	6,4565	9,0548	0,3894	0,2482
	RB	Průměr	4,1722	0,6944	7,0240	10,086	0,6834	0,2659
	RM	Průměr	5,0111	0,6444	7,6514	6,1927	0,5105	0,6334
	SG	Průměr	4,3222	0,7311	6,0293	8,1053	0,4580	0,2540
	TČ	Průměr	2,4444	0,4733	6,7911	5,7223	0,4277	0,1716
Před sekundární fermentací			4,0133	0,6720	7,0514	8,1424	0,5211	0,3350
Po sekundární fermentaci			3,5200	0,6195	6,6600	7,6774	0,4801	0,3044
Základní víno			4,0133	0,6720	7,0514	8,1424	0,5211	0,3350
Imobilizované kvasinky			3,2200	0,6290	6,8110	7,7254	0,4883	0,3126
Klasické kvasinky			3,8200	0,6100	6,5090	7,6293	0,4720	0,2962

Tabulka (Tab. 32) zobrazuje průměrný obsah fenolických látek všech měřených hodnot (průměr, minimum, maximum a směrodatnou odchylku) a průměrné obsahy dle jednotlivých variant pokusu (cukernatost moštu 17, 19, 21 °NM), ročníku (2010 a 2011), odrůdy (RR, RB, RM, SG, TČ), před a po sekundární fermentaci a podle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky).

### 5.4.1.1 Porovnání obsahu fenolických látek dle před a po sekundární fermentaci



Graf 27: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek ve vínech před a po sekundární fermentaci

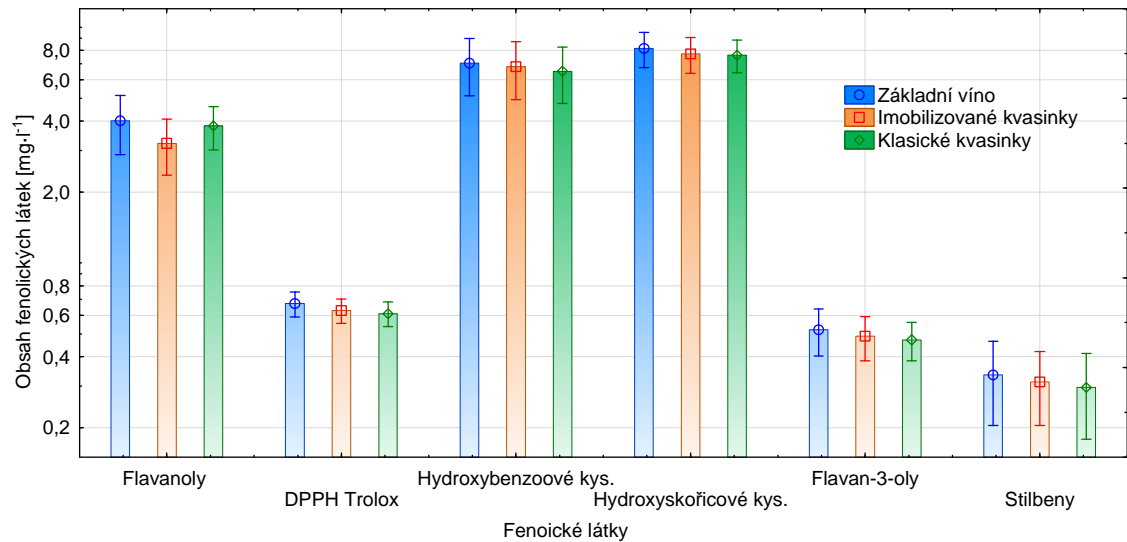
Graf 27 znázorňuje průměrný obsah fenolických látek u vín před a po sekundární fermentaci. Z grafického znázornění je patrné, že obsah u jednotlivých skupin fenolických látek mírně klesá u varianty po sekundární fermentaci oproti variantě před sekundární fermentací. Největší pokles je u hydroxyskořicových kyselin, flavanolů a hydroxybenzoových kyselin.

### 5.4.1.2 Porovnání obsahu fenolických látek dle typu vína

V grafickém znázornění (Graf 28), které je kategorizováno dle typu vína, můžeme tak jako u předchozího grafu (Graf 27) sledovat pokles obsahu fenolických látek u vín s proběhlou sekundární fermentací, kromě flavanolů. U hydroxybenzoových kyselin, hydroxyskořicových kyselin, DPPH Troloxu flavan-3-olů a stilbenů je znatelný trend v poklesu obsahu mezi základními víny a víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a také pokles mezi víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a víny vyrobenými pomocí klasických kvasinek. U flavanolů je taktéž znatelný pokles mezi základními víny a víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami, ale naopak je tu



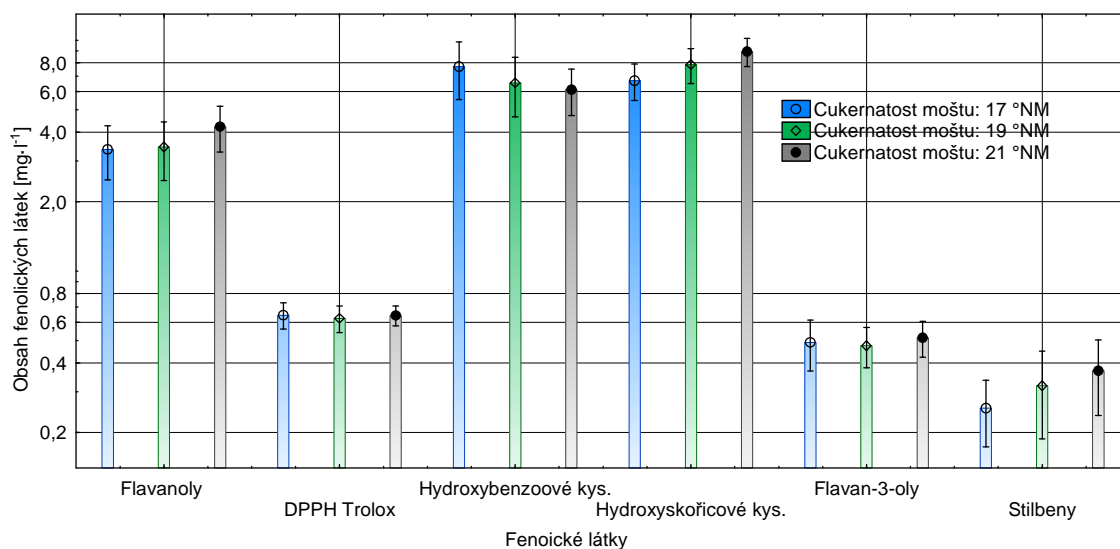
oproti ostatním skupinám fenolických látek znatelný nárůst flavanolů mezi víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a víny vyrobenými pomocí klasických kvasinek.



Graf 28: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek v základním víně, víně fermentovaném imobilizovanými kvasinkami a ve víně fermentovaném klasickými kvasinkami

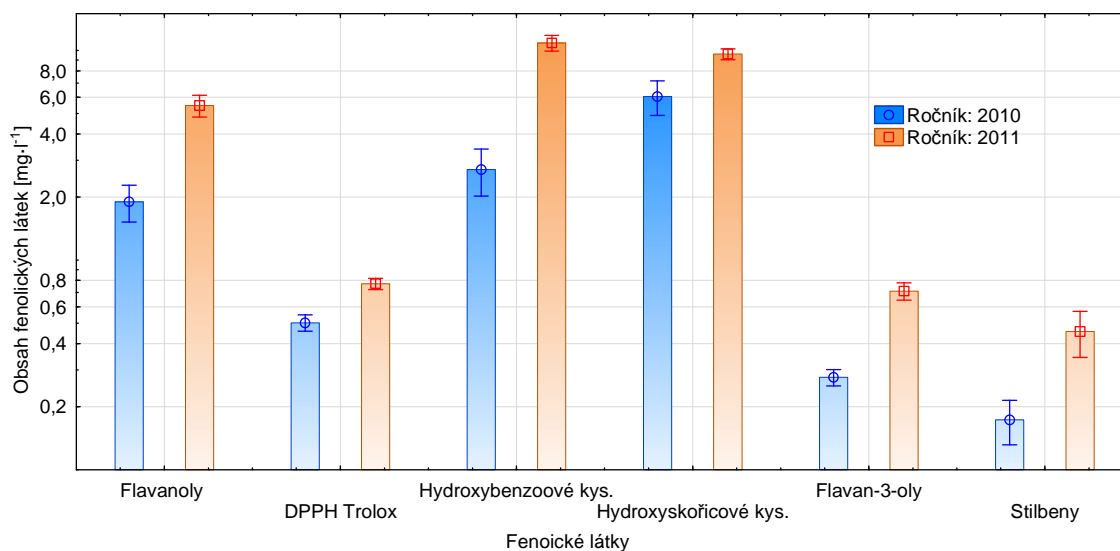
V následujícím grafickém znázornění (Graf 29) můžeme sledovat, že obsah DPPH Troloxu a flavan-3-olů se v závislosti na cukernatosti moštu nějak zásadně nemění. U flavanolů, hydroxyskořicových kyselin a stilbenů je znatelný nárůst obsahu těchto fenolických látek v závislosti na zvyšující se cukernatosti od 17 °NM do 21 °NM. Naopak u hydroxybenzoových kyselin je trend opačný, tedy se zvyšující se cukernatostí moštu jejich obsah klesá.

### 5.4.1.3 Porovnání obsahu fenolických látek dle cukernatosti moštu



Graf 29: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle cukernatosti moštu

### 5.4.1.4 Porovnání obsahu fenolických látek dle ročníku

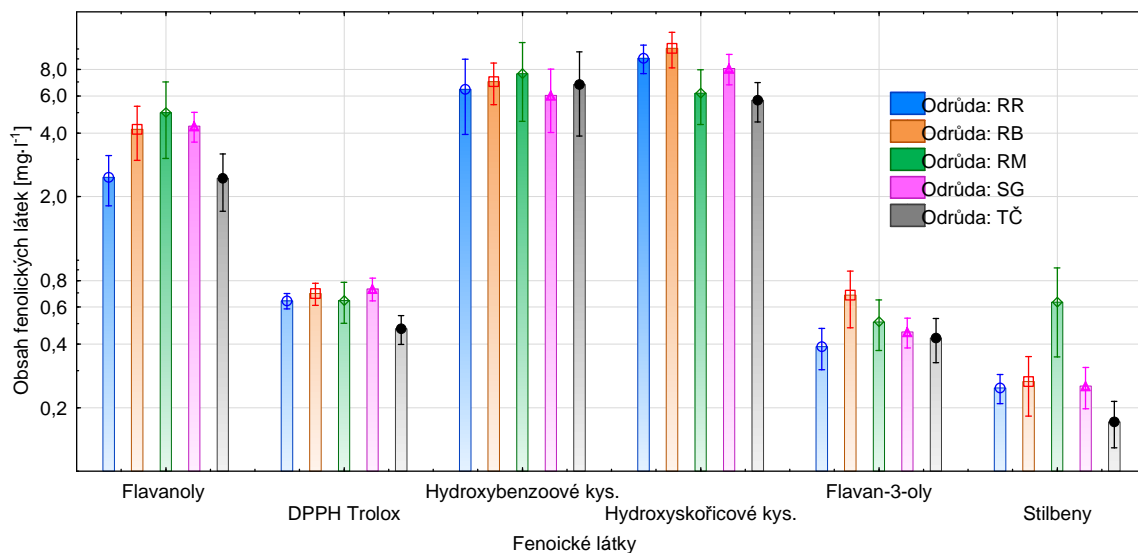


Graf 30: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle ročníku

V grafickém porovnání obsahu fenolických látek dle ročníku (Graf 30) je znázorněn statisticky průkazný rozdíl u všech porovnávaných skupin fenolických látek mezi

ročníky. Rozdíly u ročníků 2010 a 2011 jsou nejmarkantnější u hydroxybenzoových kyselin, hydroxyskořicových kyselin a flavanolů.

#### 5.4.1.5 Porovnání obsahu fenolických látek dle odrůd



Graf 31: Porovnání průměrného obsahu fenolických látek kategorizováno dle odrůd

Obsah fenolických látek zobrazuje Graf 31, který je kategorizovaný dle odrůd. Největší zastoupení flavanolů má odrůda Rulandské modré a nejmenší odrůda Tramín červený. Z pohledu flavonolů je statisticky průkazný rozdíl mezi odrůdami Sauvignon a Tramín červený a také mezi odrůdami Sauvignon a Ryzlink rýnský. Z pohledu DPPH Troloxu je nevyšší zastoupení u odrůdy Sauvignon a nejnižší u odrůdy Tramín červený. U DPPH Troloxu je statisticky průkazný rozdíl mezi odrůdou Tramín červený a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské bílé a Sauvignon. U hydroxybenzoových kyselin má nejvyšší zastoupení odrůda Rulandské modré a nejnižší odrůda Sauvignon a není zde statisticky průkazný rozdíl. Odrůda Rulandské bílé má největší zastoupení u hydroxyskořicových kyselin a naopak nejmenší zastoupení je u odrůdy Rulandské modré. Statisticky průkazný rozdíl je mezi Rulandským bílým a Rulandským modrým a Tramínem červený, ale také mezi Ryzlinkem rýnským a Tramínem červeným. Obsah flavan-3-olů je nevyšší u odrůdy Rulandské bílé a nejnižší u odrůdy Ryzlink rýnský u kterých je také možné sledovat statisticky průkazný rozdíl v jejich zastoupení.

Stilbeny jsou dominantní u odrůdy Rulandské modré a naopak submisivní obsah stilbenů je u odrůdy Tramín červený. Jako statisticky významné rozdíly je možné interpretovat mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdami Ryzlink rýnský, Sauvignon a Tramín červený.

#### 5.4.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na fenolické látky

Tab. 33: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na skupiny fenolických látek

Proměnná	Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kys.	Hydroxyskořicové kys.	Flavan-3-oly	Stilbeny
Ročník	0,758331	0,655902	0,806202	0,493986	0,851537	0,616306
Cukernatost moštu	0,155405	0,000262	-0,159764	0,293860	0,077525	0,173907
Před nebo po sekundární fermentaci	-0,038129	-0,120259	-0,043549	-0,074397	-0,027218	-0,056251
Imobilisované nebo klasické kvasinky	0,040882	-0,125763	-0,039810	-0,068096	-0,030905	-0,085906

Korelační matice v tabulce (Tab. 33) ukazuje pozitivní statisticky významné korelace mezi všemi skupinami fenolických látek a ročníky 2010 a 2011. Ročník 2011 vykazuje velmi silné korelační závislosti s flavanoly, hydroxybenzoovými kyselinami a flavan-3-oly. Jako podstatnou až velmi silnou můžeme hodnotit závislost mezi ročníkem a DPPH Troloxem a stilbeny. Závislost hydroxyskořicových kyselin a ročníku má střední až podstatnou korelační závislost. Pozitivní statisticky významná korelace se střední závislostí je také u cukernatosti moštu a hydroxyskořicových kyselin. U ostatních skupin fenolických látek nebyly prokázány pozitivní či negativní statisticky významné korelace s cukernatostí moštu. Taktéž při hodnocení faktoru před a po sekundární fermentaci a viny vyrobenými imobilizovanými a klasickými kvasinkami nebyly prokázány pozitivní nebo negativní statisticky významné korelace s jednotlivými skupinami fenolických látek.

#### 5.4.3 Fenolické látky a jejich korelační závislost

Tabulka (Tab. 34) s korelační maticí znázorňuje pozitivní statisticky významné korelace u jednotlivých skupin fenolických látek. V korelační matici jsou patrné jen pozitivní statisticky významné korelace, které jsou v rozmezí od hodnoty 0,466321,

tedy střední až podstatná závislost mezi hydroxyskořicovými a hydroxybenzoovými kyselinami až po 0,848717, tedy velmi silná závislost mezi flavan-3-oly a flavanoly.

Tab. 34: Korelační matice se vzájemnými závislostmi mezi fenolickými látkami

Proměnná	Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kys.	Hydroxyskořicové kys.	Flavan-3-oly	Stilbeny
Flavanoly	1,000000	0,784778	0,716415	0,591715	0,848717	0,710617
DPPH Trolox	0,784778	1,000000	0,709896	0,665379	0,652262	0,732195
Hydroxybenzoové kys.	0,716415	0,709896	1,000000	0,466321	0,769684	0,663053
Hydroxyskořicové kys.	0,591715	0,665379	0,466321	1,000000	0,623575	0,788550
Flavan-3-oly	0,848717	0,652262	0,769684	0,623575	1,000000	0,662411
Stilbeny	0,710617	0,732195	0,663053	0,788550	0,662411	1,000000

#### 5.4.4 Srovnání sensorického a analytického hodnocení vín – fenolické látky

##### 5.4.4.1 Hodnocení stobodovou stupnicí

Tab. 35: Korelační matice závislosti hodnocení stobodovou stupnicí a obsahu fenolických látek

Proměnná	Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kys.	Hydroxyskořicové kys.	Flavan-3-oly	Stilbeny
Perlení	-0,191929	-0,291132	-0,171029	-0,260103	-0,285967	-0,277552
Čistota vůně	0,061854	0,140818	0,065622	0,165621	0,081764	0,121964
Pozitivní intenzita vůně	0,092809	0,039523	0,036987	0,156599	0,116087	0,115655
Kvalita vůně	0,152307	0,177472	0,096284	0,192097	0,128978	0,155061
Čistota chuti	0,274819	0,256540	0,155020	0,266273	0,203438	0,221565
Pozitivní intenzita chuti	0,127247	0,044006	0,027018	0,071203	0,090366	0,125980
Kvalita chuti	0,242447	0,244103	0,154222	0,261588	0,212763	0,204060
Perzistence	0,298571	0,309328	0,203261	0,282576	0,251950	0,208263
Celkový dojem	0,206385	0,073536	0,075491	0,086867	0,146667	0,093812
Body celkem	0,389364	0,236868	0,261267	0,322582	0,344187	0,293700

V korelační matici (Tab. 35) jsou znatelné negativní statisticky významné korelace mezi perlením a DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami, flavan-3-oly a stilbeny na střední úrovni závislosti. Perlení spolu s flavanoly a hydroxybenzoovými kyselinami nemají statisticky významné korelace. Také u čistoty vůně, pozitivní intenzity vůně, kvality vůně, pozitivní intenzity chuti a celkového dojmu nejsou pozitivní ani negativní statisticky významné korelace. Naopak čistota chuti pozitivně statisticky významně koreluje na střední úrovni závislosti s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami a stilbeny. Taktéž kvalita chuti vykazuje pozitivní statisticky významné korelace na střední úrovni závislosti s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami a flavan-3-oly. Perzistence je taktéž na

střední úrovni závislosti pozitivní statisticky významné korelace se všemi skupinami fenolických látek vyjma hydroxybenzoových kyselin. Celkové bodové hodnocení je v pozitivní statisticky významné korelaci se všemi skupinami fenolických látek při vyjádření střední až podstatné závislosti.

#### 5.4.4.2 Hodnocení profilu mohutnosti

Tab. 36: Korelační matice závislosti profilu mohutnosti a fenolických látek

Proměnná	Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kys.	Hydroxyskořicové kys.	Flavan-3-oly	Stilbeny
PM - intenzita a bohatost vůně	0,203038	0,127834	0,200309	0,354567	0,239589	0,237098
PM - intenzita a bohatost chuti	0,345006	0,157116	0,212499	0,276209	0,304995	0,203107
PM - tělo	0,464092	0,317493	0,320225	0,444070	0,438663	0,339029
PM - komplexnost	0,430752	0,276564	0,316325	0,392863	0,408815	0,341917
PM - rovnováha	0,516361	0,391302	0,426185	0,430887	0,516853	0,358044
PM - potenciál zrání	-0,164867	-0,047451	-0,145844	0,088429	-0,160138	0,062606

Korelační matice s profilem mohutnosti a jednotlivými skupinami fenolických látek (Tab. 36) znázorňuje jen pozitivní statisticky významné korelace. U intenzity a bohatosti vůně to jsou střední až podstatné závislosti na hydroxyskořicových kyselinách, flavan-3-olech a stilbenech a u intenzity a bohatosti chuti to jsou také střední až podstatné závislosti, ale na flavanolech, hydroxybenzoových kyselinách, hydroxyskořicových kyselinách a flavan-3-olech. Profil mohutnosti vyjádřený tělem, komplexností a rovnováhou vína je se všemi skupinami fenolických látek ve střední až podstatné závislosti a rovnováha je s flavanoly a flavan-3-oly v podstatné až velmi silné pozitivní závislosti. Naopak všechny skupiny fenolických látek nejsou v pozitivní ani v negativní statisticky významné korelaci s potenciálem zrání.

#### 5.4.4.3 Hodnocení aromatického profilu

Vliv jednotlivých skupin fenolických látek na aromatický profil vín je znázorněný v korelační matici tabulky (Tab. 37). Aromatický profil bylinné je v negativní statisticky významné korelaci s hydroxybenzoovými kyselinami (střední závislost). Aromatický profil citrusové ovoce je negativně statisticky významně korelován se všemi měřenými skupinami fenolických látek (střední, podstatná až velmi silná závislost), taktéž jádrové ovoce negativně statisticky významně koreluje se střední až podstatnou závislostí, ale vyjma hydroxyskořicových kyselin.

Tab. 37: Korelační matice závislosti aromatického profilu a fenolických látek

Proměnná	Flavanoly	DPPH Trolox	Hydroxybenzoové kys.	Hydroxyskořicové kys.	Flavan-3-oly	Stilbeny
AP - květnaté	0,030629	-0,095493	0,146812	0,037939	0,199349	0,036868
AP - bylinné	-0,171432	-0,121306	-0,287208	-0,049154	-0,211084	-0,127956
AP - tropické ovoce	0,013461	-0,136664	0,095012	-0,096679	0,098140	-0,146958
AP - citrusové ovoce	-0,657473	-0,394518	-0,491033	-0,347378	-0,585813	-0,449406
AP - jádrové ovoce	-0,454937	-0,232683	-0,312518	-0,123574	-0,403638	-0,326102
AP - peckové ovoce	0,214541	0,021539	0,015241	0,022977	0,095450	0,071731
AP - drobné ovoce	0,239540	0,138617	-0,029902	-0,016810	0,095608	0,154925
AP - vařené a sušené ovoce	0,332785	0,154250	0,212493	0,118014	0,224232	0,188809
AP - pečené a karamelizované	0,263670	0,185296	0,243509	0,103964	0,217974	0,190641
AP - autolyzátové	0,022687	-0,088140	0,012091	0,057858	0,111159	-0,044638
AP - kořenité	0,097586	-0,058183	0,084375	-0,087486	0,204885	-0,104904
AP - barikové	0,161837	0,032060	0,010936	-0,013613	0,076692	0,118784
AP - minerální a ostatní	-0,401439	-0,255280	-0,239475	-0,108843	-0,315475	-0,199325

Peckové ovoce a drobné ovoce pozitivně statisticky významně korelují s flavanoly (střední závislost). Vařené a sušené ovoce a pečené a karamelizované ovoce při střední závislosti pozitivně statisticky významně koreluje s flavanoly, hydroxybenzoovými kyselinami a flavan-3-oly. Minerální a ostatní jsou s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxybenzoovými kyselinami a flavan-3-oly v negativní statisticky významné korelaci vyjádřené střední až podstatnou závislostí.

Aromatický profil květnaté, tropické ovoce, autolyzátové, kořenité a barikové a všechny měřené skupiny fenolických látek spolu nemají pozitivní ani negativní statisticky významné korelace.

## 5.5 Volatilní látky

### 5.5.1 Porovnání obsahu volatilních látek

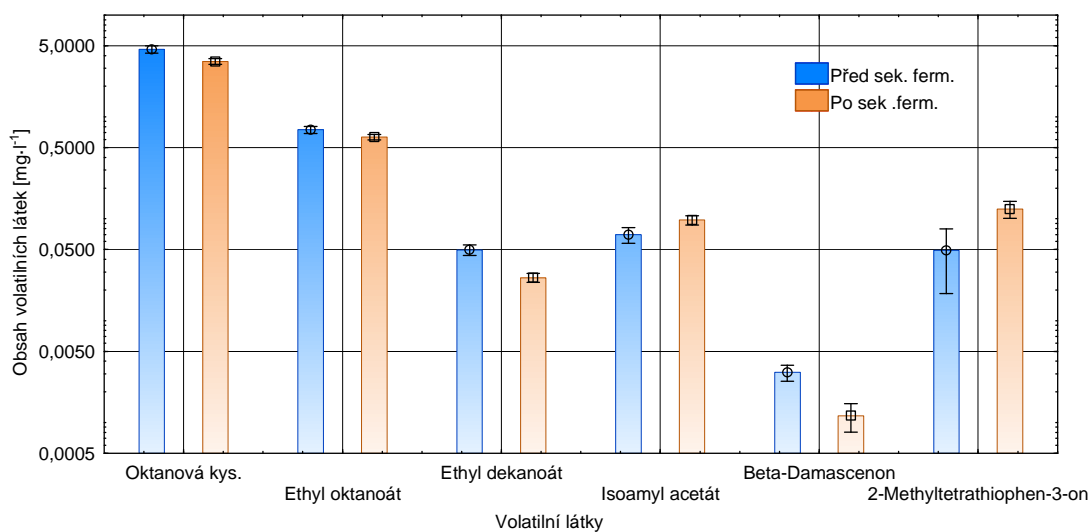
Tab. 38: Porovnání obsahu volatilních látek všech měřených vzorků a vín před a po sekundární fermentaci

Popisné statistiky	Celkové hodnoty zobrazující všechna měření				Před sekundární fermentací	Po sekundární fermentaci
	Volatilní látky [mg·l <sup>-1</sup> ]	Průměr	Minimum	Maximum		
Isoamylalkohol	165,54	83,100	267,50	35,082	162,31	167,16
Isobutylalkohol	24,524	8,0000	45,600	8,9491	24,050	24,762
2-Fenylethanol	22,132	10,600	35,800	6,4801	20,593	22,902
1-Hexanol	1,6160	0,9660	2,763	0,3893	1,6529	1,5975
cis-3-Hexen-1-ol	0,0464	0,0120	0,101	0,0184	0,0464	0,0464
Benzylalkohol	0,4515	0,0210	1,242	0,2740	0,4471	0,4537
2,3-Butandiol	465,86	151,90	1361,7	174,77	449,95	473,82
Propandiol	14,213	6,7000	162,60	16,645	18,417	12,112
Benzaldehyd	1,0916	0,0000	7,0000	1,6909	1,7667	0,7541
Furfural	0,1408	0,0000	1,5790	0,1849	0,1592	0,1315
Máselná kys.	1,8860	1,4900	2,5100	0,2202	1,8240	1,9170
Isomáselná kys.	2,5402	0,6900	5,1000	1,0354	2,1713	2,7247
Isovalerová kys.	1,1087	0,3200	2,6900	0,4668	0,9233	1,2013
Hexanová kys.	4,2966	2,9100	6,2500	0,7845	4,4090	4,2403
Oktanová kys.	3,8742	1,9800	7,3900	1,0870	4,6103	3,5062
Ethyl isobutyryát	0,2344	0,0550	0,4690	0,1058	0,2225	0,2403
Ethyl butyryát	0,2291	0,1530	0,3380	0,0397	0,2155	0,2359
Ethyl isovalerát	0,0162	0,0060	0,0430	0,0092	0,0157	0,0164
Ethyl hexanoát	0,6055	0,4120	0,9160	0,1130	0,6083	0,6041
Ethyl oktanoát	0,6710	0,3870	1,0340	0,1598	0,7474	0,6328
Ethyl dekanoát	0,0341	0,0120	0,0880	0,0164	0,0495	0,0264
Ethyl laktát	317,04	28,130	675,85	169,04	331,46	309,83
Diethyl sukcinát	6,3792	3,1300	15,290	2,1933	6,3093	6,4142
Diethylmalát	21,041	3,2500	173,29	27,708	22,362	20,381
Monoethyl sukcinát	29,108	17,280	57,340	8,2614	30,870	28,228
Gama-butyrolakton	9,8068	4,1000	25,980	3,6180	9,2313	10,0945
Isoamyl acetát	0,0879	0,0200	0,2100	0,0391	0,0697	0,0970
Linalool	0,0524	0,0000	0,2010	0,0474	0,0429	0,0572
Alfa-Terpineol	0,1031	0,0000	0,2400	0,0630	0,1091	0,1000
Beta-Damascenon	0,0018	0,0000	0,0060	0,0017	0,0031	0,0012
Methionol	2,4043	1,0600	3,8500	0,6679	2,1573	2,5278
2-Methyltetrahiophen-3-on	0,0993	0,0000	0,3600	0,0943	0,0490	0,1245
4-Vinylguaiaicol	0,0227	0,0000	0,0900	0,0186	0,0221	0,0230
4-Vinylfenol	0,0533	0,0000	0,2060	0,0380	0,0547	0,0527
Acetoin	9,3844	0,0000	122,30	15,845	7,8633	10,145



Tabulka (Tab. 38) zobrazuje průměrného obsahu volatilních látek všech hodnot (průměr, minimum, maximum a směrodatnou odchylku) a průměrné obsahy před a po sekundární fermentaci. U nulových hodnot ve sloupci minimum se nejedná o nulový obsah dané volatilní látky, nýbrž obsah této látky ve zkoumaném vzorku byl pod detekčními schopnostmi plynového chromatografu.

### 5.5.1.1 Porovnání volatilních látek před a po sekundární fermentaci



Graf 32: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno před a po sekundární fermentaci

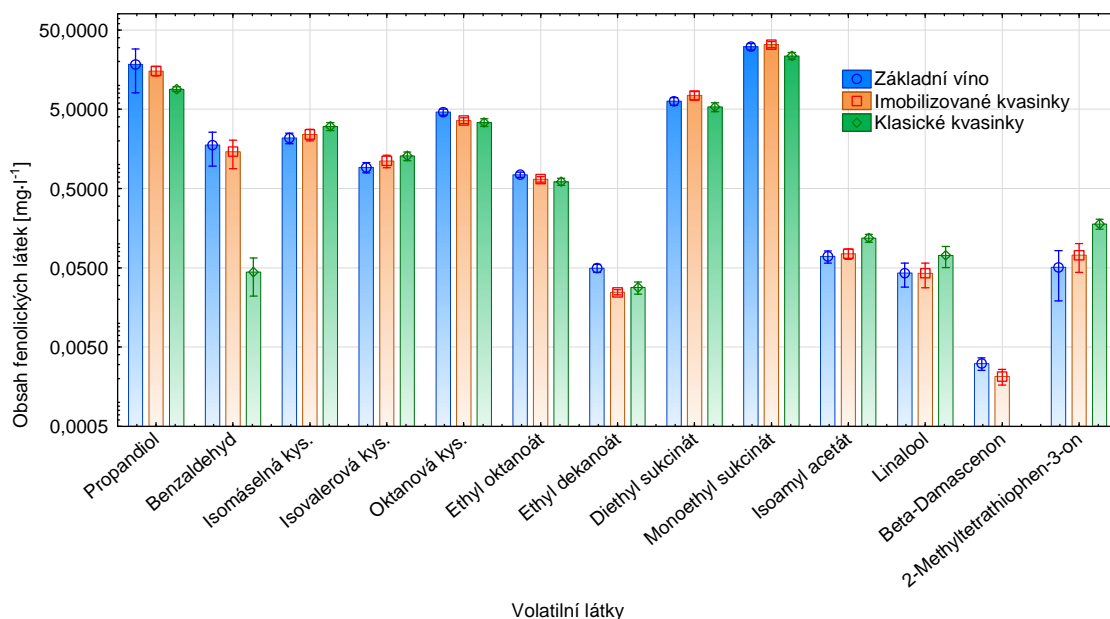
V tomto grafickém znázornění (Graf 32) jsou zastoupeny vybrané volatilní látky, u kterých je statisticky významný rozdíl. Oktanová kyselina, ethyl oktanoát, ethyl dekanooát a beta-damascenon vykazovaly prokazatelně vyšší zastoupení před sekundární fermentací než po sekundární fermentaci. Naopak prokazatelně vyšší zastoupení po sekundární fermentaci se ukázalo ve prospěch isoamyl acetátu a 2-methyltetrathiophen-3-onu.

Tab. 39: Porovnání průměrného obsahu volatilních látek dle typu vína a cukernatosti moštu

Popisné statistiky	Základní víno	Imobilizované kvasinky	Klasické kvasinky	Cukernatost moštu		
				17 °NM	19 °NM	21 °NM
Volatilní látky [mg·l <sup>-1</sup> ]				Průměr	Průměr	Průměr
Isoamylalkohol	162,31	163,30	171,01	157,59	163,88	175,15
Isobutylalkohol	24,050	24,500	25,023	25,803	22,510	25,260
2-Fenylethanol	20,593	21,597	24,207	20,320	21,937	24,140
1-Hexanol	1,6529	1,6241	1,5710	1,6209	1,6119	1,6152
cis-3-Hexen-1-ol	0,0464	0,0461	0,0466	0,0407	0,0455	0,0529
Benzylalkohol	0,4471	0,4515	0,4558	0,4779	0,4276	0,4488
2,3-Butandiol	449,95	468,92	478,71	362,00	508,70	526,89
Propandiol	18,417	15,240	8,9833	10,797	18,083	13,760
Benzaldehyd	1,7667	1,4640	0,0442	1,5801	0,9874	0,7075
Furfural	0,1592	0,1510	0,1121	0,0847	0,1876	0,1499
Máselná kys.	1,8240	1,9020	1,9320	1,8860	1,9157	1,8563
Isomáselná kys.	2,1713	2,4047	3,0447	3,0200	2,6403	1,9603
Isovalerová kys.	0,9233	1,1140	1,2887	1,3093	1,1517	0,8650
Hexanová kys.	4,4090	4,2493	4,2313	4,2523	4,3423	4,2950
Oktanová kys.	4,6103	3,5967	3,4157	3,9910	3,8947	3,7370
Ethyl isobutyrylát	0,2225	0,2477	0,2329	0,2722	0,2517	0,1792
Ethyl butyrylát	0,2155	0,2372	0,2345	0,2127	0,2380	0,2365
Ethyl isovalerát	0,0157	0,0177	0,0151	0,0190	0,0173	0,0122
Ethyl hexanoát	0,6083	0,6317	0,5765	0,5540	0,6253	0,6372
Ethyl oktanoát	0,7474	0,6550	0,6105	0,6423	0,6819	0,6887
Ethyl dekanóat	0,0495	0,0246	0,0282	0,0343	0,0353	0,0327
Ethyl laktát	331,46	340,77	278,89	360,51	322,86	267,76
Diethyl sukcinát	6,3093	7,4677	5,3607	6,0280	6,6370	6,4727
Diethylmalát	22,362	24,900	15,861	10,725	29,505	22,893
Monoethyl sukcinát	30,870	32,842	23,613	28,208	29,481	29,636
Gama-butyrolakton	9,2313	10,819	9,3697	9,0130	10,130	10,277
Isoamyl acetát	0,0697	0,0753	0,1187	0,0847	0,0800	0,0990
Linalool	0,0429	0,0427	0,0717	0,0602	0,0481	0,0490
Alfa-Terpineol	0,1091	0,1084	0,0916	0,1318	0,0916	0,0858
Beta-Damascenon	0,0031	0,0021	0,0002	0,0018	0,0019	0,0018
Methionol	2,1573	2,4973	2,5583	2,5167	2,3203	2,3760
2-Methyltetrahiophen-3-on	0,0490	0,0700	0,1790	0,1207	0,0943	0,0830
4-Vinylguaiaicol	0,0221	0,0217	0,0242	0,0162	0,0241	0,0277
4-Vinylfenol	0,0547	0,0486	0,0567	0,0423	0,0549	0,0628
Acetoin	7,8633	9,5633	10,727	5,9833	9,7467	12,4233

Tabulka (Tab. 39) zobrazuje průměrný obsah volatilních látek dle jednotlivých variant pokusu podle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky) a cukernatosti moštu (17, 19, 21 °NM).

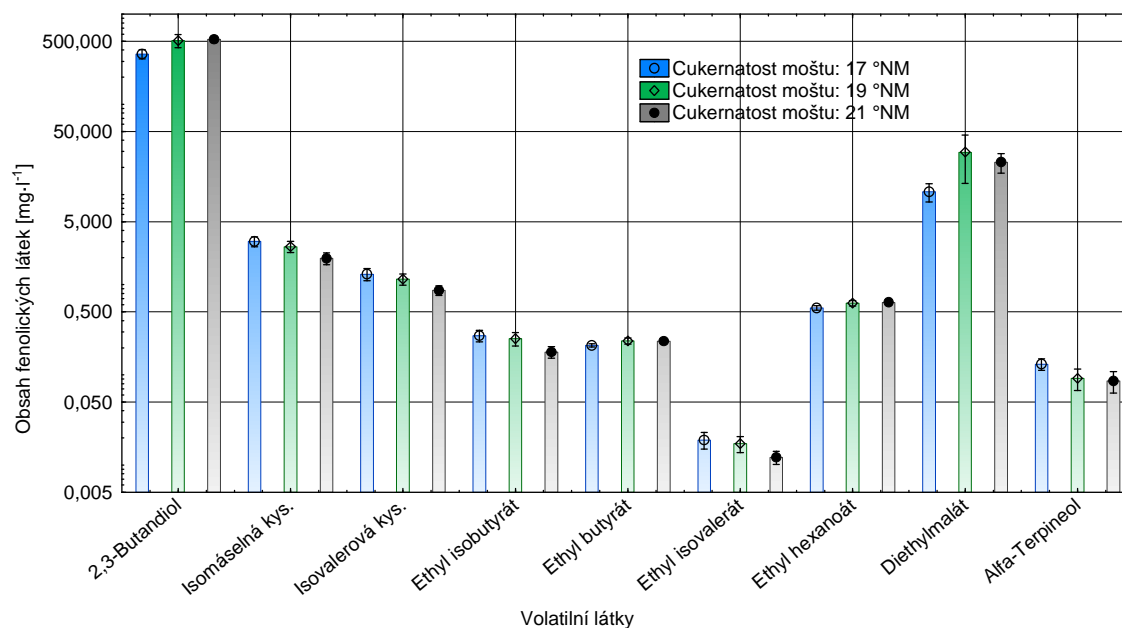
### 5.5.1.2 Porovnání volatilních látek dle typu vína



Graf 33: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle typu vína

Graf 33 porovnává průměrné obsahy vybraných volatilních látek, u kterých je prokazatelný rozdíl. Srovnání je kategorizováno dle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky). Propandiol, benzaldehyd, diethyl sukcinát, monoethyl sukcinát a beta-damascenon mají prokazatelně nižší zastoupení u vína vyrobeného klasickými kvasinkami oproti vínům vyrobeným pomocí imobilizovaných kvasinek a základnímu vínu. Beta-Damascenon nebyl vůbec detekován ve vínech vyrobených klasickými kvasinkami. Naopak prokazatelně vyšší zastoupení isoamyl acetátu, linaloolu a 2-Methyltetrahydrophen-3-onu je u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek. U isomáselné a isovalerové kyseliny je vzestupná tendence v obsahu od základního vína přes vína s imobilizovanými kvasinkami až po vína vyrobená pomocí klasických kvasinek. U těchto dvou výše zmíněných kyselin je prokazatelný rozdíl v obsahu jen mezi základním vínem a vínem vyrobeným klasickými kvasinkami. U oktanové kyseliny, ethyl oktanoátu a ethyl dekanoátu je taktéž prokazatelný rozdíl, ale v nižším obsahu, a to opět jen mezi základním vínem a vínem vyrobeným klasickými kvasinkami.

### 5.5.1.3 Porovnání obsahu volatilních látek dle cukernatosti moštu



Graf 34: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle cukernatosti moštu

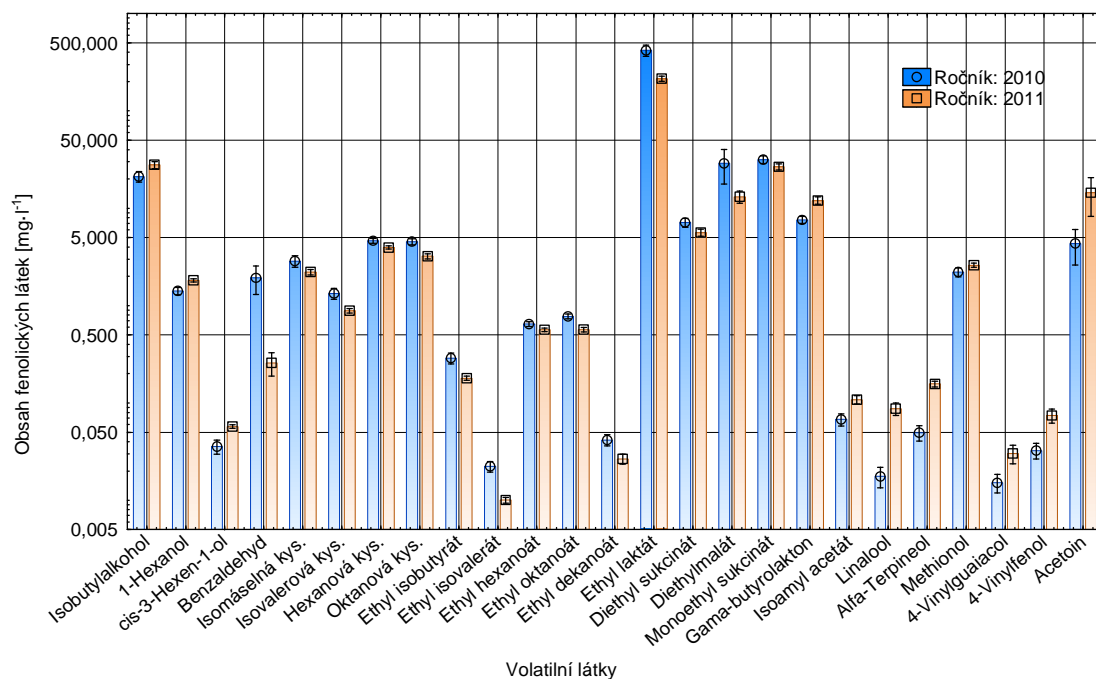
Graf 34 porovnává vybrané volatilní látky kategorizované dle cukernatosti moštu, u kterých je prokazatelný rozdíl v jejich obsahu. U 2,3-butandiolu je prokazatelný rozdíl v nižším obsahu mezi cukernatostí moštu 17 °NM a cukernatostmi 19 a 21 °NM. Naopak u isomáselná kyseliny, isovalerové kyseliny a ethyl isobutyřátu je prokazatelně nižší obsah při cukernatosti moštu 21 °NM a cukernatostmi 17 a 19 °NM. U ethyl butyřátu a ethyl hexanoátu je se zvyšující se cukernatostí moštu i zvyšující se obsah těchto volatilních sloučenin a je mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM prokazatelný rozdíl v jejich zastoupení. Naopak u zastoupení ethyl isovalerátu a alfa-terpineolu se jejich obsah se zvyšující se cukernatostí snižuje. Je tu také jen prokazatelný rozdíl mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM. Obsah diethylmalátu je nejnižší při cukernatosti moštu 17 °NM a nejvyšší při 19 °NM. Prokazatelný rozdíl v obsahu je však mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM. U ostatních volatilních látek, které nejsou zobrazeny v grafu, nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl v jejich průměrném obsahu v závislosti na cukernatosti moštu 17, 19 a 21 °NM.

Tab. 40: Porovnání průměrného obsahu volatilních látek dle typu vína a cukernatosti moštu

Popisné statistiky	Ročník		Odrůda				
	2010	2011	RR	RB	RM	SG	TČ
Volatilní látky [mg·l <sup>-1</sup> ]	Průměr	Průměr	Průměr	Průměr	Průměr	Průměr	Průměr
Isoamylalkohol	163,08	168,00	151,17	198,29	182,40	156,69	139,15
Isobutylalkohol	21,151	27,898	21,561	34,244	24,722	22,622	19,472
2-Fenylethanol	21,249	23,016	21,411	28,706	19,361	24,550	16,633
1-Hexanol	1,4155	1,8165	1,6277	1,7651	1,4991	1,7931	1,3949
cis-3-Hexen-1-ol	0,0356	0,0571	0,0424	0,0472	0,0461	0,0503	0,0459
Benzylalkohol	0,4956	0,4073	0,4784	0,2371	0,7044	0,4851	0,3523
2,3-Butandiol	416,10	515,63	389,98	402,28	425,86	622,59	488,61
Propandiol	12,198	16,229	12,100	10,222	11,550	24,917	12,278
Benzaldehyd	1,9250	0,2583	0,9660	1,3106	1,2572	0,5318	1,3925
Furfural	0,0959	0,1856	0,1367	0,1734	0,0531	0,2031	0,1375
Máselná kys.	1,9391	1,8329	1,7894	1,8039	1,8039	1,9861	2,0467
Isomáselná kys.	2,8647	2,2158	2,8622	2,4367	2,4972	2,2011	2,7039
Isovalerová kys.	1,3322	0,8851	1,1689	1,0539	1,1456	1,0372	1,1378
Hexanová kys.	4,6424	3,9507	4,4350	4,1939	4,2239	4,4022	4,2278
Oktanová kys.	4,5324	3,2160	4,1367	3,6361	3,7744	3,8900	3,9339
Ethyl isobutyrát	0,2889	0,1798	0,2785	0,2316	0,2329	0,2067	0,2221
Ethyl butyrát	0,2262	0,2319	0,2154	0,2231	0,2163	0,2643	0,2263
Ethyl isovalerát	0,0223	0,0100	0,0193	0,0152	0,0162	0,0151	0,0149
Ethyl hexanoát	0,6464	0,5646	0,5917	0,6109	0,5787	0,6509	0,5952
Ethyl oktanoát	0,7750	0,5669	0,6670	0,6586	0,6424	0,6819	0,7049
Ethyl dekanoát	0,0416	0,0266	0,0361	0,0308	0,0357	0,0351	0,0328
Ethyl laktát	419,39	214,69	281,44	273,22	392,92	288,11	349,54
Diethyl sukcinát	7,1451	5,6133	6,6139	7,6800	6,0494	5,8539	5,6989
Diethylmalát	28,959	13,123	39,328	13,786	18,438	21,237	12,417
Monoethyl sukcinát	31,564	26,653	30,422	33,840	27,205	26,704	27,372
Gama-butyrolakton	7,5907	12,023	9,0956	10,309	7,7189	12,278	9,6322
Isoamyl acetát	0,0678	0,1080	0,0722	0,0911	0,0983	0,1000	0,0778
Linalool	0,0176	0,0872	0,0359	0,0574	0,0346	0,0429	0,0911
Alfa-Terpineol	0,0495	0,1566	0,0848	0,1054	0,0920	0,1014	0,1317
Beta-Damascenon	0,0017	0,0020	0,0024	0,0017	0,0015	0,0016	0,0019
Methionol	2,2091	2,5996	2,3456	2,6244	2,4944	2,2428	2,3144
2-Methyltetrahydrophen-3-on	0,1013	0,0973	0,0744	0,1100	0,0961	0,1172	0,0989
4-Vinylguaiacol	0,0151	0,0302	0,0209	0,0365	0,0099	0,0181	0,0279
4-Vinylfenol	0,0324	0,0743	0,0517	0,0815	0,0355	0,0477	0,0504
Acetoin	4,3378	14,431	10,472	14,044	3,4722	11,967	6,9667

Tabulka (Tab. 40) zobrazuje průměrný obsah volatilních látek ročníku (2010 a 2011) a odrůdy (RR, RB, RM, SG, TČ).

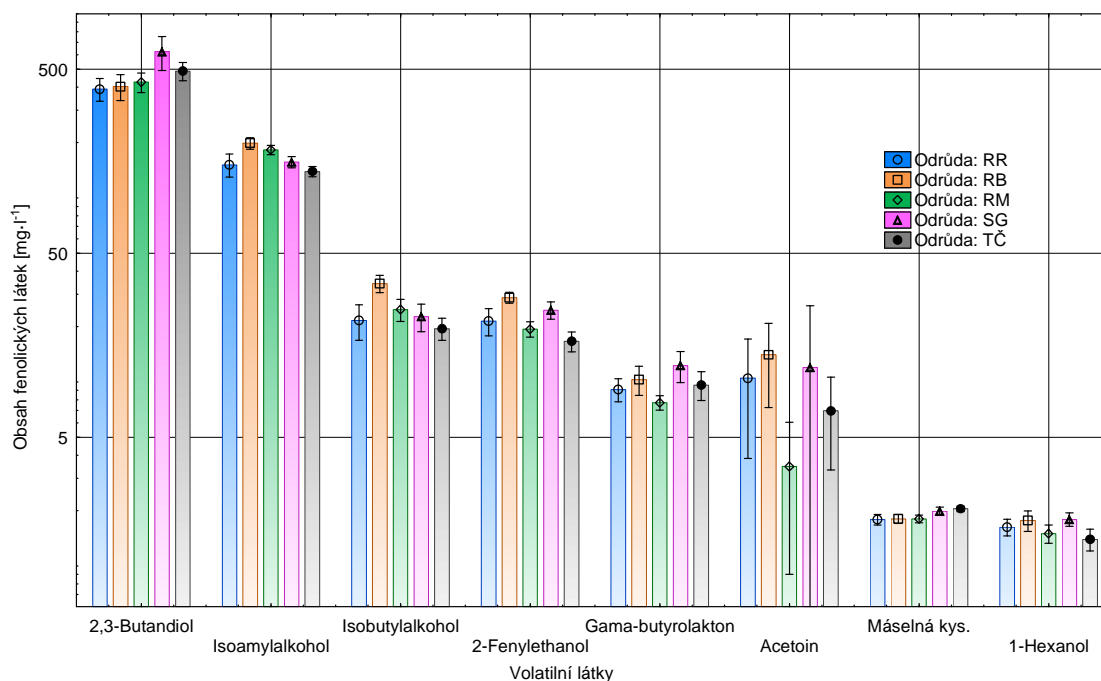
### 5.5.1.4 Porovnání obsahu volatilních látek dle ročníku



Graf 35: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle ročníku

Graf 35 zobrazuje zastoupení vybraných volatilních látek dle ročníku 2010 a 2011. U ročníku 2010 je prokazatelně vyšší obsah benzaldehydu, kyseliny izomásečné, isovalerové, hexanové, oktánové, ethyl isobutyřátu, isovalerátu, hexanoátu, oktanoátu, dekanoátu, laktátu, diethyl sukcinátu, diethyl malátu a monoethyl sukcinátu než u ročníku 2011. Naopak prokazatelně nižší zastoupení v ročníku 2010 než v ročníku 2011 je u isobutylalkoholu, 1-hexanolu, cis-3-Hexen-1-olu, gama-butyrolaktonu, isoamyl acetátu, linaloolu, alfa-terpineolu, methionolu, 4-vinylguaiacolu, 4-vinylfenolu a acetoinu. U ostatních volatilních látek, které nejsou zobrazeny v grafu, nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl jejich průměrného obsahu v závislosti na ročníku 2010 a 2011.

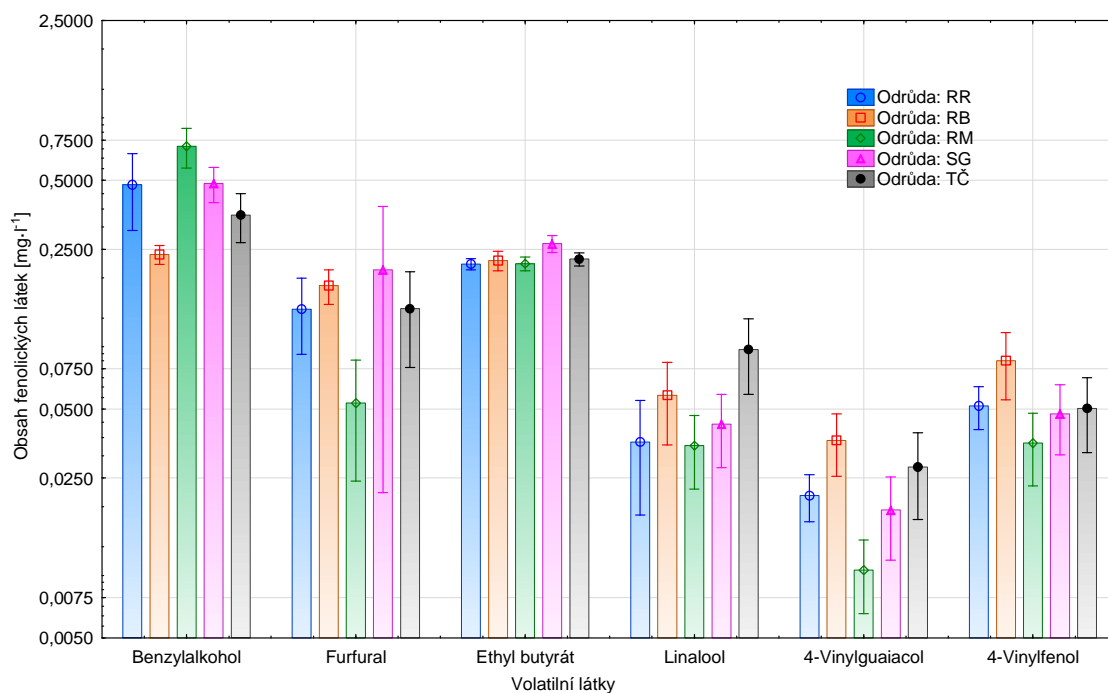
### 5.5.1.5 Porovnání obsahu volatilních látek dle odrůd



Graf 36: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek kategorizováno dle odrůd, část I.

Graf 36 porovnává průměrné obsahy vybraných volatilních látek, u kterých je statisticky průkazný rozdíl, jež jsou kategorizovány dle odrůd (Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený). Průměrné zastoupení 2,3-butandiolu je prokazatelně vyšší u odrůdy Sauvignon než u odrůd Ryzlink rýnský, Rulandské bílé a Rulandské modré. Mezi odrůdami Sauvignon a Tramín červený není prokazatelný rozdíl v jejich zastoupení. Obsah isoamylalkoholu je prokazatelně vyšší u odrůdy Rulandské bílé než u odrůd Ryzlink rýnský, Sauvignon a Tramín červený. Prokazatelně vyšší obsah je také u odrůdy Rulandské modré než u odrůd Sauvignon a Tramín červený. Isobutylalkohol je nejvíce zastoupen u odrůdy Rulandské bílé a právě toto zastoupení je prokazatelně vyšší než u ostatních odrůd Ryzlink rýnský, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený. Nejvyšší průměrný obsah 2-fenylethanolu je u odrůdy Rulandské bílé a následně u odrůdy Sauvignon. Mezi těmito dvěma odrůdami není prokazatelný rozdíl v jejich obsahu. Prokazatelný rozdíl je mezi odrůdou Rulandské bílé a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré

a Tramín červený a také mezi odrůdou Sauvignon a odrůdami Rulandské modré a Tramín červený. U gama-butyrolaktonu existují dva prokazatelné rozdíly v závislosti na odrůdě: mezi odrůdou Sauvignon, která je zastoupena nejvíce, a odrůdou Rulandské modré, která je zastoupena nejméně, a také mezi odrůdami Rulandské bílé a Rulandské modré. U acetoinu je průkazný rozdíl jen mezi odrůdami Rulandské bílé a Rulandské modré. Průměrné zastoupení máselné kyseliny je nejvyšší u odrůdy Tramín červený a následně u Sauvignonu. Průkazný rozdíl v průměrném obsahu můžeme sledovat mezi odrůdou Tramín červený a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské bílé a Rulandské modré. V případě 1-hexanolu je prokazatelný rozdíl v průměrném zastoupení jasně zřetelný jen mezi odrůdami Sauvignon a Tramín červený.



Graf 37: Porovnání průměrného obsahu vybraných volatlních látek kategorizováno dle odrůd část II.

Grafické znázornění (Graf 37) části II. porovnání průměrného obsahu vybraných volatlních látek, které je kategorizováno dle odrůd ukazuje zastoupené odrůdy a vybrané volatlní látky, u kterých je statisticky průkazný rozdíl. U benzylalkoholu je průkazný rozdíl v zastoupení mezi Rulandským bílým a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený a také mezi odrůdou Rulandské



modré a odrůdou Tramín červený. Zastoupení furfuralu je nejvyšší u odrůdy Sauvignon, ale průkazné rozdíly v obsahu jsou jen mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdami Ryzlink rýnský a Rulandské bílé. Ethyl butyrát je nejvíce zastoupen u odrůdy Sauvignon a prokazatelné rozdíly v obsahu jsou mezi odrůdou Sauvignon a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré a Tramín červený. U linaloolu je průkazný rozdíl mezi odrůdou Tramín červený a odrůdami Rulandské modré a Ryzlink rýnský. 4-Vinylguaiacol vykazuje průkazné rozdíly mezi odrůdou Rulandské bílé a odrůdami Rulandské modré a Sauvignon a také mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdami Ryzlink rýnský a Tramín červený. 4-Vinylfenol má průkazný rozdíl v obsahu jen mezi odrůdami Rulandské bílé s nejvyšším zastoupením a Rulandské modré s nejnižším zastoupením.

### ***5.5.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky***

Korelační matice v tabulce (Tab. 41) ukazuje vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky (čím je vyšší pozitivní statisticky významná korelace, tím vyšší obsah volatilních látek je zastoupený v ročníku 2011 a čím je vyšší negativní statisticky významná korelace, tím vyšší obsah volatilních látek je zastoupený v ročníku 2010). Pozitivní statisticky významné korelace můžeme sledovat mezi ročníkem 2011 a jednotlivými volatilními látkami. U linaloolu a alfa-terpineolu se jedná o velmi silnou závislost. 1-Hexanol, cis-3-hexen-1-ol, gamma-butyrolakton, isoamyl acetát a 4-vinylfenol vykazují podstatnou až velmi silnou závislost, isobutylalkohol, 2,3-butandiol, methionol, 4-vinylguaiacol a acetoin vykazují střední až podstatnou závislost a furfural má nízkou až střední korelační závislost na ročníku 2011. Mezi ročníkem 2010 a volatilními látkami můžeme také sledovat statisticky významné korelace. Oktanová kys., ethyl isovalerát, ethyl oktanoát a ethyl laktát mají s ročníkem 2010 podstatnou až velmi silnou závislost; benzaldehyd, isovalerová kys., hexanová kys., ethyl isobutyryl, ethyl hexanoát, ethyl dekanóat a diethyl sukcinát mají střední až podstatnou závislost a máselná kys., isomáselná kys., diethylmalát a monoethyl sukcinát vykazují nízkou až střední závislost. U ostatních volatilních látek a ročníku nejsou statisticky významné korelační závislosti.

Tab. 41: Korelační matice s vlivem ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky

Proměnná	Ročník	Cukernatost moštu	Před nebo po sekundární fermentaci	Imobilizované nebo klasické kvasinky
Isoamylalkohol	0,092811	0,186742	0,092543	0,139075
Isobutylalkohol	0,390074	-0,041907	0,039015	0,051074
2-Fenylethanol	0,171945	0,237306	0,171034	0,226829
1-Hexanol	0,591517	-0,026977	-0,066233	-0,077789
(E)-3-Hexen-1-ol	0,619150	0,255475	0,031769	0,039042
Benzylalkohol	-0,156967	-0,018858	0,078481	0,098479
2,3-Butandiol	0,402459	0,477719	0,155144	0,137763
Propandiol	0,008555	0,270059	-0,204161	-0,494541
Benzaldehyd	-0,346118	-0,089713	-0,371657	-0,654746
Furfural	0,284962	0,243621	0,022304	-0,082521
Másečná kys.	-0,216479	-0,060519	0,205106	0,213782
Isomásečná kys.	-0,283138	-0,419059	0,250866	0,341009
Isovalerová kys.	-0,412395	-0,357065	0,294481	0,378547
Hexanová kys.	-0,415742	0,024883	-0,115684	-0,104769
Oktanová kys.	-0,627892	-0,066267	-0,499032	-0,480106
Ethyl isobutyrate	-0,375115	-0,357792	0,115232	0,063386
Ethyl butyrát	0,070153	0,273475	0,268143	0,211917
Ethyl isovalerát	-0,599779	-0,231557	0,054567	-0,022053
Ethyl hexanoát	-0,354143	0,344421	-0,003176	-0,109743
Ethyl oktanoát	-0,673209	0,102671	-0,349764	-0,372181
Ethyl dekanoát	-0,445098	-0,021229	-0,677278	-0,533338
Ethyl laktát	-0,541034	-0,273956	-0,125204	-0,223408
Diethyl sukcinát	-0,334042	0,056312	-0,033117	-0,260871
Diethylmalát	-0,283136	0,460701	-0,079387	-0,222886
Monoethyl sukcinát	-0,272442	0,061025	-0,185538	-0,413292
Gama-butyrolakton	0,662500	0,135407	0,185085	0,072811
Isoamyl acetát	0,525948	0,140925	0,329702	0,512692
Linalool	0,829458	-0,163462	0,136571	0,235239
Alfa-Terpineol	0,858854	-0,292566	-0,064874	-0,107912
Beta-Damascenon	0,088771	0,000811	-0,539639	-0,725893
Methionol	0,315673	-0,092464	0,260870	0,243077
2-Methyltetrathiophen-3-on	0,035698	-0,147956	0,429883	0,619283
4-Vinylguaiacol	0,388265	0,276560	-0,078095	-0,116391
4-Vinylfenol	0,594604	0,248596	-0,093920	-0,095352
Acetoin	0,395466	0,226676	-0,135117	-0,143412

Korelační závislosti obsahu volatilních látek a cukernatosti moštu jsou vyjádřeny tak, že čím je vyšší obsah volatilních látek a cukernatost moštu, tím je vyšší pozitivní statisticky významná korelace, a naopak, čím je vyšší obsah volatilních látek a nižší cukernatost moštu, tím je vyšší negativní statisticky významná korelace. Při vyšší cukernatosti je vyšší koncentrace 2,3-butandiolu, diethylmalátu a ethyl hexanoátu, jež vykazují střední až podstatnou závislost a 2-fenylethanolu, cis-3-hexen-1-olu, propandiolu, furfuralu, ethyl butyrátu, 4-vinylguaiacolu, 4-vinylfenolu a acetoinu s nízkou až střední závislostí pozitivních statisticky významných korelací mezi cukernatostí moštu a uvedenými volatilními látkami. Naopak při vyšší cukernatosti moštu jsou negativní statisticky významné korelace obsahu u isomásečné kys.,

isovalerové kys. a ethyl isobutyrátu se střední až podstatnou závislostí a u ethyl isovalerátu, ethyl laktátu a alfa-terpineolu s nízkou až střední závislostí. U ostatních volatilních látek a cukernatosti moštu nejsou statisticky významné korelační závislosti.

Korelační závislosti obsahu volatilních látek na před nebo po sekundární fermentaci jsou interpretovány tak, že pozitivní statisticky významná korelace vyjadřuje vyšší zastoupení dané volatilní látky po sekundární fermentaci a negativní statisticky významná korelace vyjadřuje vyšší zastoupení dané volatilní látky před sekundární fermentací. Pozitivní statisticky významné korelace představují isoamyl acetát a 2-methyltetrahydrofuran-3-on se střední až podstatnou závislostí a isomáselná kys., isovalerová kys., ethyl butyrát a methionol s nízkou až střední závislostí na jejich zastoupení po sekundární fermentaci. Negativní statisticky významné korelace u ethyl dekanoátu a beta-damascenonu s podstatnou až velmi silnou závislostí a u benzaldehydu, oktanové kys. a ethyl oktanoátu se střední až podstatnou závislostí na jejich zastoupení před sekundární fermentací. U ostatních volatilních látek a v závislosti na sekundární fermentaci nejsou statisticky významné korelační závislosti.

Korelační závislosti obsahu volatilních látek na druhu kvasinek (imobilizovaných nebo klasických) jsou interpretovány tak, že pozitivní statisticky významná korelace vyjadřuje vyšší zastoupení dané volatilní látky při použití klasických kvasinek a negativní statisticky významná korelace vyjadřuje vyšší zastoupení dané volatilní látky při použití imobilizovaných kvasinek. Pozitivní statisticky významné korelace představují 2-methyltetrahydrofuran-3-on a isoamyl acetát s podstatnou až velmi silnou závislostí, isomáselná kys. a isovalerová kys. se střední až podstatnou závislostí a 2-fenylethanol, máselná kys., ethyl butyrát, linalool a methionol s nízkou až střední závislostí na jejich zastoupení při použití klasických kvasinek. Negativní statisticky významné korelace u beta-damascenonu s velmi silnou závislostí, u benzaldehydu a ethyl dekanoátu s podstatnou až velmi silnou závislostí, u propandiolu, oktanové kys., monoethyl sukcinátu se střední až podstatnou závislostí a u ethyl oktanoátu, ethyl laktátu, diethyl sukcinátu a diethylmalátu s nízkou až střední závislostí na jejich zastoupení při použití imobilizovaných kvasinek. U ostatních volatilních látek v závislosti na použitém druhu kvasinek nejsou statisticky významné korelační závislosti.

### 5.5.3 Volatilní látky a jejich korelační závislost

Tab. 42: Korelační matice závislostí jednotlivých volatilních látek – část I.

Proměnná	Isoamylalkohol	Isobutylalkohol	2-Fenylethanol	1-Hexanol	(E)-3-Hexen-1-ol	Benzylalkohol	2,3-Butandiol	Propandiol	Benzaldehyd	Furfural	Máselná kys.	Isoomáselná kys.	Isovalerová kys.	Hexanová kys.	Oktanová kys.	Ethyl isobutyryát	Ethyl butyryát	Ethyl isovalerát
Isoamylalkohol	1,000000	0,612004	0,773294	0,350049	0,251958	-0,226315	0,091049	-0,119969	-0,041057	0,172539	-0,373992	-0,244152	-0,151831	-0,160978	-0,333827	-0,324895	-0,269829	-0,294036
Isobutylalkohol	0,612004	1,000000	0,527597	0,378190	0,158913	-0,397511	-0,103664	-0,211761	0,049547	0,221374	-0,273804	0,066811	-0,066109	-0,399288	-0,466037	-0,050136	-0,211810	-0,332754
2-Fenylethanol	0,773294	0,527597	1,000000	0,497549	0,321969	-0,334159	0,324229	-0,021974	-0,185780	0,367233	-0,255157	-0,300414	-0,252666	-0,261416	-0,448067	-0,401027	-0,038466	-0,345735
1-Hexanol	0,350049	0,378190	0,497549	1,000000	0,676159	-0,209847	0,438305	0,179880	-0,194973	0,299472	-0,230278	-0,511457	-0,588226	-0,211304	-0,474921	-0,567540	0,006360	-0,640433
(E)-3-Hexen-1-ol	0,251958	0,158913	0,321969	0,676159	1,000000	-0,022478	0,700961	0,145957	-0,345978	0,296627	-0,072833	-0,557620	-0,583012	-0,019420	-0,397388	-0,733017	0,103800	-0,690025
Benzylalkohol	-0,226315	-0,397511	-0,334159	-0,209847	-0,022478	1,000000	-0,047390	-0,103616	-0,282079	-0,578810	0,148083	-0,008894	0,068191	0,404184	0,281165	0,004882	0,057668	0,183012
2,3-Butandiol	0,091049	-0,103664	0,324229	0,438305	0,700961	-0,047390	1,000000	0,444915	-0,363733	0,442150	0,075201	-0,553608	-0,528825	-0,211009	-0,453623	-0,665004	0,395915	-0,537575
Propandiol	-0,119969	-0,211761	-0,021974	0,179880	0,145957	-0,103616	0,444915	1,000000	0,392038	0,319978	-0,056850	-0,451533	-0,406920	-0,135353	0,042754	-0,188681	0,152354	-0,035720
Benzaldehyd	-0,041057	0,049547	-0,185780	-0,194973	-0,345978	-0,282079	-0,363733	0,392038	1,000000	0,196049	-0,096604	-0,008092	-0,013367	0,096741	0,385926	0,241463	-0,204518	0,266085
Furfural	0,172539	0,221374	0,367233	0,299472	0,145957	-0,578810	0,442150	0,319978	0,196049	1,000000	-0,235758	-0,258987	-0,355318	-0,424358	-0,407270	-0,424358	-0,002189	-0,405630
Máselná kys.	-0,373992	-0,273804	-0,255157	-0,230278	-0,072833	0,148083	0,075201	-0,056850	-0,096604	-0,235758	1,000000	0,181344	0,133785	0,514624	0,284917	0,005073	0,470676	0,049357
Isoomáselná kys.	-0,244152	0,066811	-0,300414	-0,511457	-0,557620	-0,008894	-0,553608	-0,451533	-0,008092	-0,258987	0,181344	1,000000	0,924259	-0,063453	0,069705	0,826374	-0,183858	0,594193
Isovalerová kys.	-0,151831	-0,066109	-0,252666	-0,588226	-0,583012	0,068191	-0,528825	-0,406920	-0,013367	-0,355318	0,133785	0,924259	1,000000	0,000930	0,131879	0,822388	-0,145294	0,736160
Hexanová kys.	-0,160978	-0,399288	-0,261416	-0,211304	-0,019420	0,404184	-0,211009	-0,135353	0,096741	-0,424358	0,514624	-0,063453	0,000930	1,000000	0,744234	-0,061983	0,243746	0,144285
Oktanová kys.	-0,333827	-0,466037	-0,448067	-0,474921	-0,397388	0,281165	-0,453623	0,042754	0,385926	-0,407270	0,284917	0,069705	0,131879	0,744234	1,000000	0,232122	-0,035523	0,460669
Ethyl isobutyryát	-0,324895	-0,050136	-0,401027	-0,567540	-0,733017	0,004882	-0,665004	-0,188681	0,241463	-0,278612	0,005073	0,826374	0,822388	-0,061983	0,232122	1,000000	-0,111735	0,838209
Ethyl butyryát	-0,269829	-0,211810	-0,038466	0,006360	0,103800	0,057668	0,395915	0,152354	-0,204518	-0,002189	0,470676	-0,183858	-0,145294	0,243746	-0,035523	-0,111735	1,000000	-0,042439
Ethyl isovalerát	-0,294036	-0,332754	-0,345735	-0,640433	-0,690025	0,183012	-0,537575	-0,035720	0,266085	-0,405630	0,049357	0,594193	0,736160	0,144285	0,460669	0,838209	-0,042439	1,000000
Ethyl hexanoát	-0,115217	-0,437041	-0,131805	-0,163179	0,089898	0,337106	0,109878	0,163737	0,113447	-0,124338	0,459860	-0,269603	-0,181188	0,792329	0,555449	-0,161626	0,457571	0,085201
Ethyl oktanoát	-0,205194	-0,477164	-0,300138	-0,454531	-0,277817	0,256365	-0,297683	0,090848	0,390201	-0,346302	0,343655	-0,083994	0,019913	0,804745	0,923453	0,072716	0,079173	0,362685
Ethyl dekanoát	-0,187661	-0,282112	-0,333535	-0,271383	-0,275803	0,272727	-0,381808	0,013864	0,227346	-0,431799	0,076763	-0,014893	0,039885	0,519935	0,848163	0,147815	-0,167468	0,357376
Ethyl laktát	-0,141518	-0,222730	-0,393133	-0,468658	-0,640159	0,074571	-0,409229	0,174208	0,476547	-0,253855	0,156813	0,226123	0,286195	0,068523	0,402656	0,385164	-0,110398	0,454912
Diethyl sukcinát	-0,025893	0,077539	-0,008726	-0,301560	-0,598087	-0,286399	-0,315912	0,328814	0,483095	0,037600	-0,076283	0,146990	0,151806	-0,214422	0,132306	0,482790	0,068673	0,493014
Diethylmalát	-0,137008	-0,570976	-0,132349	0,016665	0,132213	0,408780	0,229611	0,403729	0,084543	-0,034654	0,025373	-0,478698	-0,345063	0,421538	0,338038	-0,228336	0,204159	0,091293
Monoethyl sukcinát	0,001984	0,109179	0,006487	-0,250624	-0,536132	-0,321282	-0,325655	0,374488	0,595246	0,121410	-0,152498	0,107373	0,081865	-0,237937	0,147559	0,404279	-0,121500	0,400380
Gama-butyrolakton	-0,057259	0,370122	0,274932	0,455989	0,474034	-0,229680	0,534266	0,217486	-0,197787	0,430382	0,183783	-0,174107	-0,336053	-0,309913	-0,512834	-0,253471	0,432503	-0,414894
Isoamyl acetylát	0,254545	0,295817	0,332716	0,281876	0,392202	0,006326	0,355733	-0,313108	-0,665420	-0,033896	-0,084629	-0,080093	-0,053414	-0,264700	-0,565895	-0,267882	0,218925	-0,361350
Linalool	0,016845	0,417571	0,117832	0,382671	0,481994	-0,214904	0,300136	-0,263300	-0,413164	0,209953	0,041758	-0,020052	-0,194351	-0,391480	-0,601166	-0,299245	0,035733	-0,591822
Alfa-Terpineol	-0,094903	0,400002	-0,018305	0,420646	0,368173	-0,177846	0,140930	-0,043149	-0,134786	0,192461	-0,110658	-0,101946	-0,276564	-0,447512	-0,489557	-0,181165	-0,065088	-0,443395
Beta-Damascenon	-0,231624	-0,033258	-0,280972	-0,079630	-0,168116	-0,133780	-0,200600	0,354582	0,573395	0,188823	-0,166302	-0,095316	-0,181408	-0,029322	0,308676	0,154890	-0,153883	0,128219
Methionol	0,271269	0,553015	0,284001	0,064935	-0,140104	-0,226132	-0,013040	-0,130721	-0,097039	0,224424	-0,257748	0,275695	0,146761	-0,720943	-0,632525	0,170851	-0,175654	-0,107204
2-Methyltetrahydrophen-3-on	0,030260	0,100535	-0,009205	-0,174518	-0,206251	0,204860	-0,169322	-0,547420	-0,518783	-0,321264	0,209741	0,472223	0,442200	-0,028275	-0,196950	0,256797	0,039038	0,054713
4-Vinylguaiacol	0,005710	0,152528	0,227759	0,291894	0,390469	-0,338528	0,383756	0,124491	0,041952	0,737209	-0,007706	-0,279841	-0,434607	-0,055051	-0,205897	-0,347812	0,149975	-0,508086
4-Vinylfenol	0,009311	0,203360	0,291852	0,380906	0,507796	-0,228791	0,420829	0,046172	-0,146468	0,602661	-0,108186	-0,309068	-0,446368	-0,126783	-0,321918	-0,396304	0,108335	-0,554535
Acetoin	0,317071	0,254975	0,422962	0,391019	0,385493	-0,429861	0,351032	0,203633	0,092197	0,690312	-0,139339	-0,393239	-0,489699	-0,137443	-0,259912	-0,483509	-0,021438	-0,605472

Tab. 43: Korelační matice závislostí jednotlivých volatilních látek – část II.

Proměnná	Ethyl hexanoát	Ethyl oktanoát	Ethyl dekanoát	Ethyl laktát	Diethyl sukcinát	Diethylmalát	Monoethyl sukcinát	Gamma-butyrolakton	Isoamyl acetat	Linalool	Alfa-Terpineol	Beta-Damascenon	Methionol	2-Methyltetrahydrophen-3	4-Vinylguaiacol	4-Vinylfenol	Acetoin
Isoamylalkohol	-0,115217	-0,205194	-0,187661	-0,141518	-0,025893	-0,137008	0,001984	-0,057259	0,254545	0,016845	-0,094903	-0,231624	0,271269	0,030260	0,005710	0,097311	0,317071
Isobutylalkohol	-0,437041	-0,477164	-0,282112	-0,222730	0,077539	-0,570976	0,109179	0,370122	0,295817	0,417571	0,400002	-0,033258	0,553015	0,100535	0,152528	0,203360	0,254975
2-Phenylethanol	-0,131805	-0,300138	-0,333535	-0,393133	-0,008726	-0,132349	0,006487	0,274932	0,332716	0,117832	-0,018305	-0,280972	0,284001	-0,009205	0,227759	0,291852	0,422962
1-Hexanol	-0,163179	-0,454531	-0,271383	-0,468658	-0,301560	0,016665	-0,250624	0,455989	0,281876	0,382671	0,420646	-0,079630	0,064935	-0,174518	0,291894	0,380906	0,391019
(E)-3-Hexen-1-ol	0,089898	-0,277817	-0,275803	-0,640159	-0,598087	0,132213	-0,536132	0,474034	0,392202	0,481994	0,368173	-0,168116	-0,140104	-0,206251	0,390469	0,507796	0,385493
Benzylalkohol	0,337106	0,256365	0,272727	0,074571	-0,286399	0,408780	-0,321282	-0,229680	0,006326	-0,214904	-0,177846	-0,133780	-0,226132	0,204860	-0,338528	-0,228791	-0,429861
2,3-Butandiol	0,109878	-0,297683	-0,381808	-0,409229	-0,315912	0,229611	-0,325655	0,534266	0,355733	0,300136	0,140930	-0,200600	-0,013040	-0,169322	0,383756	0,420829	0,351032
Propandiol	0,163737	0,090848	0,013864	0,174208	0,328814	0,403729	0,374488	0,217486	-0,313108	-0,263300	-0,043149	0,354582	-0,130721	-0,547420	0,124491	0,046172	0,203633
Benzaldehyd	0,113447	0,390201	0,227346	0,476547	0,483095	0,084543	0,595246	-0,197787	-0,665420	-0,413164	-0,134786	0,573395	-0,097039	-0,518783	0,041952	-0,146468	0,092197
Furfural	-0,124338	-0,346302	-0,431799	-0,253855	0,037600	-0,034654	0,121410	0,430382	-0,033896	0,209953	0,192461	0,188823	0,224424	-0,321264	0,737209	0,602661	0,690312
Másečná kys.	0,459860	0,343655	0,076763	0,156813	-0,076283	0,025373	-0,152498	0,183783	-0,084629	0,041758	-0,110658	-0,166302	-0,257748	0,209741	-0,007706	-0,108186	-0,139339
Isomásečná kys.	-0,269603	-0,083994	-0,014893	0,226123	0,146990	-0,478698	0,107373	-0,174107	-0,080093	-0,020052	-0,101946	-0,095316	0,275695	0,472223	-0,279841	-0,309068	-0,393239
Isovalerová kys.	-0,181188	0,019913	0,039885	0,286195	0,151806	-0,345063	0,081865	-0,336053	0,218925	-0,053414	-0,194351	-0,276564	0,146761	-0,442200	-0,434607	-0,446368	-0,489699
Hexanová kys.	0,792329	0,804745	0,519935	0,068523	-0,214422	0,421538	-0,237937	-0,309913	-0,264700	-0,391480	-0,447512	-0,029322	-0,720943	-0,028275	-0,055051	-0,126783	-0,137443
Oktanová kys.	0,555449	0,923453	0,848163	0,402656	0,132306	0,338038	0,147559	-0,512834	-0,565895	-0,601166	-0,489557	0,308676	-0,632525	-0,196950	-0,205897	-0,321918	-0,259912
Ethyl isobutyřát	-0,161626	0,072716	0,147815	0,385164	0,482790	-0,228336	0,404279	-0,253471	-0,267882	-0,299245	-0,181165	0,154890	0,170851	0,256797	-0,347812	-0,396304	-0,483509
Ethyl butyřát	0,457571	0,079173	-0,167468	-0,110398	0,068673	0,204159	-0,121500	0,432503	0,218925	0,039733	-0,065088	-0,153883	-0,175654	0,039038	0,149975	0,108335	-0,021438
Ethyl isovalerát	0,085201	0,362685	0,357376	0,454912	0,493014	0,091293	0,400380	-0,414894	-0,361350	-0,591822	-0,443395	0,128219	-0,107204	0,054713	-0,508086	-0,554535	-0,605472
Ethyl hexanoát	1,000000	0,714559	0,326599	0,024761	-0,041354	0,649371	-0,096975	-0,067958	-0,300959	-0,441016	-0,469866	0,023610	-0,628969	-0,121992	0,152614	0,043999	-0,020164
Ethyl oktanoát	0,714559	1,000000	0,737435	0,339963	0,110853	0,454227	0,102905	-0,486175	-0,541743	-0,640361	-0,598588	0,194541	-0,695545	-0,250019	-0,159850	-0,301793	-0,206252
Ethyl dekanoát	0,326599	0,737435	1,000000	0,291030	0,034527	0,270966	0,061221	-0,476193	-0,411616	-0,491393	-0,356243	0,308340	-0,515403	-0,211306	-0,289421	-0,332357	-0,260780
Ethyl laktát	0,024761	0,339963	0,291030	1,000000	0,484238	0,024629	0,418458	-0,473848	-0,454646	-0,444315	-0,275647	0,180711	0,007685	-0,030167	-0,495823	-0,632041	-0,305754
Diethyl sukcinát	-0,041354	0,110853	0,034527	0,484238	1,000000	0,016958	0,913541	-0,043407	-0,389815	-0,406203	-0,186074	0,319660	0,307101	-0,101934	-0,139065	-0,266739	-0,170252
Diethylmalát	0,649371	0,454227	0,270966	0,024629	0,016958	1,000000	-0,014825	-0,171827	-0,335290	-0,613021	-0,492147	0,128399	-0,523109	-0,380039	0,058031	0,000799	-0,078074
Monoethyl sukcinát	-0,096975	0,102905	0,061221	0,418458	0,913541	-0,014825	1,000000	-0,046780	-0,466723	-0,359897	-0,118054	0,453095	0,307596	-0,187978	-0,018274	-0,130189	-0,024538
Gamma-butyrolakton	-0,067958	-0,486175	-0,476193	-0,473848	-0,043407	-0,171827	-0,046780	1,000000	0,318352	0,585653	0,578500	0,069934	0,358863	-0,025588	0,546418	0,567342	0,328815
Isoamyl acetat	-0,300959	-0,541743	-0,411616	-0,454646	-0,389815	-0,335290	-0,466723	0,318352	1,000000	0,590409	0,347980	-0,500647	0,270416	0,369046	0,005603	0,217724	0,086409
Linalool	-0,441016	-0,640361	-0,491393	-0,444315	-0,406203	-0,613021	-0,359897	0,585653	0,590409	1,000000	0,864048	-0,097421	0,399834	0,264960	0,321249	0,461899	0,286120
Alfa-Terpineol	-0,469866	-0,598588	-0,356243	-0,275647	-0,186074	-0,492147	-0,118054	0,578500	0,347980	0,864048	1,000000	0,203021	0,382003	0,036918	0,267439	0,407168	0,236687
Beta-Damascenon	0,023610	0,194541	0,319660	0,024629	0,016958	0,453095	0,069934	-0,500647	-0,097421	0,203021	0,203021	1,000000	-0,023773	0,438747	0,186453	0,172608	0,138765
Methionol	-0,628969	-0,695545	-0,515403	0,007685	0,307101	-0,523109	0,307596	0,358863	0,270416	0,399834	0,382003	-0,023773	1,000000	0,301515	0,052825	0,113805	0,074614
2-Methyltetrahydrophen-3-on	-0,121992	-0,250019	-0,211306	-0,030167	-0,101934	-0,380039	-0,187978	-0,025588	0,369046	0,264960	0,036918	-0,438747	0,301515	1,000000	-0,173260	-0,086437	-0,220985
4-Vinylguaiacol	0,152614	-0,159850	-0,289421	-0,495823	-0,139065	0,058031	-0,018274	0,546418	0,005603	0,321249	0,267439	0,186453	0,052825	-0,173260	1,000000	0,868291	0,713355
4-Vinylfenol	0,043999	-0,301793	-0,332357	-0,632041	-0,266739	0,000799	-0,130189	0,567342	0,217724	0,461899	0,407168	0,172608	0,113805	-0,086437	0,868291	1,000000	0,705295
Acetoin	-0,020164	-0,206252	-0,260780	-0,305754	-0,170252	-0,078074	-0,024538	0,328815	0,086409	0,286120	0,236687	0,138765	0,074614	-0,220985	0,713355	0,705295	1,000000

Tabulky (Tab. 42 a Tab. 43) zobrazují korelační matice se vzájemnými korelacemi mezi jednotlivými volatilními látkami, ve kterých je zřejmé velké zastoupení pozitivních i negativních statisticky významných korelací. Pozitivní korelace se pohubují v rozmezí od 0,21 do 0,92, tedy od nízké až po téměř perfektní závislost, a negativní korelace v rozmezí od - 0,21 do - 0,69, tedy od nízké až po podstatnou až velmi silnou závislost, a jedna velmi silná negativní u methionolu a hexanové kys.

Téměř perfektní pozitivní závislost je mezi isomáselnou kys. a isovalerovou kys., mezi oktánovou kys. a ethyl oktanoátem a také mezi diethyl sukcinátem a monoethyl sukcinátem. Jako velmi silnou pozitivní korelační závislost můžeme interpretovat vztah:

- isoamylalkoholu a 2-fenylethanolu;
- 2,3-butandiolu a cis-3-hexen-1-olu;
- ethyl isobutyrate a cis-3-hexen-1-olu;
- ethyl isobutyrate a isomáselné kys.;
- ethyl isobutyrate a isovalerové kys.;
- ethyl isovalerátu a ethyl isobutyrate;
- ethyl hexanoátu a hexanové kys.;
- ethyl oktanoátu a hexanové kys.;
- ethyl oktanoátu a oktánové kys.;
- ethyl oktanoátu a ethyl hexanoátu;
- ethyl dekanoátu a oktánové kys.;
- ethyl dekanoátu a ethyl oktanoátu;
- linaloolu a alfa-terpineolu;
- furfuralu a 4-vinylguaiacolu;
- 4-vinylguaiacolu a 4-vinylfenolu;
- 4-vinylguaiacol a acetoinu;
- 4-vinylfenol a acetoinu.

## 5.5.4 Srovnání senzorického a analytického hodnocení vín – volatilní látky

### 5.5.4.1 Hodnocení stobodovou stupnicí

Tab. 44: Korelační matice volatilních látek a hodnocení stobodovou stupnicí

Proměnná	Perlení	Čistota vůně	Pozitivní intenzita vůně	Kvalita vůně	Čistota chuti	Pozitivní intenzita chuti	Kvalita chuti	Perzistence	Celkový dojem	Body celkem
Isoamylalkohol	0,132446	-0,029077	0,104359	-0,017828	0,023643	0,173878	-0,020318	0,032051	<b>0,214224</b>	<b>0,232871</b>
Isobutylalkohol	0,044456	0,001475	0,085628	-0,012447	-0,059398	0,063068	-0,056526	0,015376	0,099716	0,112956
2-Fenylethanol	0,185320	-0,086248	0,180609	-0,064808	0,015885	0,168330	-0,060992	0,073420	<b>0,285743</b>	<b>0,284546</b>
1-Hexanol	<b>-0,207599</b>	0,052668	-0,054694	0,038655	0,163304	0,008338	0,136204	<b>0,221338</b>	0,069697	0,098368
(E)-3-Hexen-1-ol	-0,080389	0,052195	0,117541	0,073613	0,119145	0,080288	0,135601	0,170214	0,184230	<b>0,320179</b>
Benzylalkohol	0,053874	-0,042943	0,086592	-0,047022	-0,085108	0,074982	-0,086925	-0,198387	0,118379	-0,001928
2,3-Butandiol	0,066113	-0,074619	0,115100	-0,061192	-0,017943	0,106118	0,022432	0,072714	<b>0,222830</b>	<b>0,240824</b>
Propandiol	<b>-0,340444</b>	0,077474	<b>-0,350571</b>	0,027592	0,025647	<b>-0,287509</b>	0,062377	0,154926	<b>-0,310738</b>	<b>-0,380122</b>
Benzaldehyd	<b>-0,454578</b>	0,160181	<b>-0,457506</b>	0,140320	0,009871	<b>-0,405636</b>	0,109426	0,082330	<b>-0,512553</b>	<b>-0,589737</b>
Furfural	-0,021860	0,007277	-0,027654	-0,048598	0,057997	-0,014996	0,107701	0,113921	-0,019712	0,072410
Másečná kys.	0,142020	-0,133299	0,164766	-0,168195	-0,168195	0,128691	-0,191952	-0,142839	0,175654	0,044225
Isomásečná kys.	<b>0,373584</b>	-0,128928	<b>0,277302</b>	-0,126870	<b>-0,276592</b>	0,207114	<b>-0,294974</b>	<b>-0,345710</b>	0,172227	0,040356
Isovalerová kys.	<b>0,423480</b>	-0,170484	<b>0,329136</b>	-0,131652	<b>-0,307870</b>	<b>0,260119</b>	<b>-0,327304</b>	<b>-0,357347</b>	<b>0,231055</b>	0,076371
Hexanová kys.	-0,178323	0,085320	-0,029092	0,112559	0,131372	-0,035425	0,143704	0,090439	-0,054891	-0,017923
Oktanová kys.	<b>-0,424188</b>	<b>0,374248</b>	<b>-0,404466</b>	<b>0,357149</b>	<b>0,310751</b>	<b>-0,416214</b>	<b>0,371788</b>	<b>0,247265</b>	<b>-0,470450</b>	<b>-0,307365</b>
Ethyl isobutyrlát	0,165210	-0,113669	0,101275	-0,101971	<b>-0,226001</b>	0,081028	<b>-0,248277</b>	<b>-0,299439</b>	-0,027110	-0,175885
Ethyl butyrlát	0,132621	<b>-0,238733</b>	<b>0,246036</b>	-0,148781	-0,169947	<b>0,208263</b>	-0,182235	-0,059216	<b>0,268435</b>	0,143985
Ethyl isovalerát	0,075603	-0,087215	0,010872	-0,076278	-0,195247	0,021470	<b>-0,208412</b>	<b>-0,260674</b>	-0,065700	<b>-0,245986</b>
Ethyl hexanoát	-0,132917	0,012487	0,062102	0,019768	0,067849	0,050282	0,044283	0,050914	0,014007	0,036801
Ethyl oktanoát	<b>-0,318341</b>	<b>0,267035</b>	<b>-0,277749</b>	<b>0,267456</b>	<b>0,223431</b>	<b>-0,308740</b>	<b>0,250691</b>	0,168072	<b>-0,336081</b>	<b>-0,210568</b>
Ethyl dekanóat	<b>-0,525960</b>	<b>0,567706</b>	<b>-0,561128</b>	<b>0,542422</b>	<b>0,495949</b>	<b>-0,507534</b>	<b>0,549986</b>	<b>0,403971</b>	<b>-0,543540</b>	<b>-0,263309</b>
Ethyl laktát	-0,087696	-0,026323	<b>-0,329519</b>	-0,066925	-0,100636	-0,176785	-0,078249	-0,105022	<b>-0,244372</b>	<b>-0,429111</b>
Diethyl sukcinát	-0,076402	-0,149307	-0,206186	-0,149909	-0,154613	-0,106077	-0,187595	-0,095042	<b>-0,248758</b>	<b>-0,407504</b>
Diethylmalát	<b>-0,243890</b>	0,019718	-0,157675	-0,020826	0,097072	-0,032186	0,075912	0,089905	-0,099962	-0,144685
Monoethyl sukcinát	-0,184512	-0,004881	<b>-0,307140</b>	-0,015457	-0,047977	<b>-0,228101</b>	-0,063039	-0,012141	<b>-0,383825</b>	<b>-0,461395</b>
Gama-butyrolakton	-0,000657	-0,098682	<b>0,218791</b>	-0,093439	-0,104313	0,144038	-0,095200	0,026920	0,194454	0,178365
Isoamyl acetát	<b>0,397684</b>	-0,167023	<b>0,375477</b>	-0,114868	0,008613	<b>0,388903</b>	-0,048288	0,027007	<b>0,494911</b>	<b>0,587758</b>
Linalool	0,140973	-0,042543	<b>0,233558</b>	-0,018050	-0,007030	0,155492	0,003929	0,047547	<b>0,233272</b>	<b>0,339622</b>
Alfa-Terpineol	-0,136338	0,010123	-0,020514	0,034321	0,026349	-0,046446	0,069823	0,096012	-0,016986	0,034894
Beta-Damascenon	<b>-0,618200</b>	<b>0,352685</b>	<b>-0,515899</b>	<b>0,340895</b>	<b>0,241201</b>	<b>-0,488973</b>	<b>0,341838</b>	<b>0,315078</b>	<b>-0,584311</b>	<b>-0,457271</b>
Methionol	<b>0,284213</b>	-0,202949	0,127017	<b>-0,214672</b>	<b>-0,242404</b>	0,203830	<b>-0,278499</b>	-0,218201	0,182998	0,079027
2-Methyltetrahydrophen-3-on	<b>0,556828</b>	<b>-0,278002</b>	<b>0,492359</b>	-0,195041	<b>-0,233158</b>	<b>0,448370</b>	<b>-0,286136</b>	<b>-0,289370</b>	<b>0,432725</b>	<b>0,400103</b>
4-Vinylguaiacol	-0,122718	0,145148	0,027402	0,104017	0,194666	-0,061223	<b>0,237483</b>	0,188891	-0,050727	0,159724
4-Vinylfenol	-0,091266	0,169283	0,056009	0,164779	<b>0,249043</b>	-0,038704	<b>0,263310</b>	<b>0,249433</b>	-0,013847	<b>0,274140</b>
Acetoin	-0,114351	0,136666	-0,092317	0,086012	0,204207	-0,151970	<b>0,272634</b>	<b>0,234302</b>	-0,076478	0,044438

Tabulka (Tab. 44) zobrazuje korelační matici s korelacemi mezi jednotlivými volatilními látkami a hodnocení pomocí stobodové stupnice. Pozitivní statisticky významná korelace je u perlení a 2-methyltetrathiophen-3-onu s podstatnou až velmi silnou závislostí, u isomáselné kys., isovalerové kys. a isoamyl acetátu se střední až podstatnou závislostí a u methionolu s nízkou až střední závislostí. Naopak negativní statisticky významné korelace jsou u perlení s beta-damascenonem a ethyl dekanoátem s podstatnou až velmi silnou závislostí, s propandiolem, benzaldehydem, oktanovou kys. a ethyl oktanoátem se střední až podstatnou závislostí a s 1-hexanolem a diethylmalátem s nízkou až střední závislostí.

Čistota vůně a pozitivní statisticky významné korelace s ethyl dekanoátem s podstatnou až velmi silnou závislostí, oktanovou kys. a beta-damascenonem se střední až podstatnou závislostí a ethyl oktanoát s nízkou až střední závislostí. Negativní statisticky významné korelace čistoty vůně jsou s nízkou až střední závislostí u ethyl butyrátu a 2-methyltetrathiophen-3-onu.

Hodnocení pozitivní intenzity vůně a pozitivní statisticky významné korelace jsou u 2-methyltetrathiophen-3-onu, isoamyl acetátu a isovalerové kys. se střední až podstatnou závislostí, a gama-butyrolaktonu, linaloolu, ethyl butyrátu a isomáselné kys. s nízkou až střední závislostí. Pozitivní intenzita vůně a negativní statisticky významné korelace s ethyl dekanoátem a beta-damascenonem při podstatné až velmi silné závislosti, s propandiolem, benzaldehydem, oktanovou kys., ethyl laktátem a monoethyl sukcinitem při střední až podstatné závislosti a s ethyl oktanoátem při nízké až střední závislosti.

Kvalita vůně je v podstatné až velmi silné závislosti s ethyl dekanoátem a ve střední až podstatné závislosti s oktanovou kys. a beta-damascenonem při pozitivní statistické závislosti. Při negativní statistické korelaci je kvalita vůně v nízké až střední závislosti s methionolem.

Pozitivní statisticky významné korelace mezi čistotou chuti a ethyl dekanoátem a oktanovou kys. při střední až podstatné závislosti a ethyl oktanoátem, beta-damascenonem, a 4-vinylfenolem při nízké až střední závislosti. Čistota chuti



a negativní statisticky významné korelace jsou u isovalerové kys. se střední až podstatnou závislostí a u isomáselné kys., ethyl isobutyrátu, methionolu a 2-methyltetrahydrothiophen-3-onu s nízkou až střední závislostí.

Najdeme zde pozitivní statisticky významné korelace hodnocení pozitivní intenzity chuti a 2-methyltetrahydrothiophen-3-onu a isoamyl acetát se střední až podstatnou závislostí a isovalerové kys. a ethyl butyrátu s nízkou až střední závislostí. Negativní statisticky významné korelace jsou u hodnocení pozitivní intenzity chuti a ethyl dekanoátu s podstatnou až velmi silnou závislostí, beta-damascenonu se střední až podstatnou závislostí a propandiolu, benzaldehydu, oktanové kys., ethyl oktanoátu a monoethyl sukcinátu s nízkou až střední závislostí.

Kvalita chuti s pozitivními statisticky významnými korelacemi je při podstatné až velmi silné korelaci s ethyl dekanoátem, při střední až podstatné závislosti na oktanové kys. a beta-damascenonu a při nízké až střední závislosti na ethyl oktanoátu, 4-vinylguaiacolu, 4-vinylfenolu a acetoinu. Negativní statisticky významné korelace mezi kvalitou chuti a isovalerovou kys. se střední až podstatnou závislostí a také mezi kvalitou chuti a 2 isomáselnou kys., ethyl isobutyrátem, ethyl isovalerátem, methionolem a 2-methyltetrahydrothiophen-3-onem s nízkou až střední závislostí.

Můžeme si také všimnout pozitivních statisticky významných korelací mezi perzistencí a ethyl dekanoátem a beta-damascenonem se střední až podstatnou závislostí a také mezi perzistencí a 1-hexanolem, oktanovou kys., ethyl isobutyrátem, 4-vinylfenolem a acetoinem s nízkou až střední závislostí. Isomáselná kys. a isovalerová kys. vykazují střední až podstatnou závislost při negativní korelaci a ethyl isobutyrát, ethyl isovalerát, methionol a 2-methyltetrahydrothiophen-3-on vykazují negativní korelace s nízkou až střední závislostí.

Pozitivní statisticky významné korelace mezi celkovým dojmem spolu s 2-methyltetrahydrothiophen-3-onem a isoamyl acetátem vykazují střední až podstatnou závislost a s 2 isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, 2,3-butandiolem, isovalerovou kys., ethyl butyrátem a linalolem vykazují nízkou až střední závislost. Negativní statisticky významné korelace mezi celkovým dojmem spolu s benzaldehydem, beta-

damascenonem a ethyl dekanoátem vykazují podstatnou až velmi silnou závislost, s propandiolem, monoethyl sukcinátem, ethyl oktanoátem a oktánovou kys. vykazují střední až podstatnou závislost a s ethyl laktátem a diethyl sukcinátem vykazují nízkou až střední závislost.

Celkové bodové hodnocení – body celkem – má pozitivní statisticky významné korelace s isoamyl acetátem (podstatná až velmi silná závislost), cis-3-hexen-1-olem, 2-methyltetrathiophen-3-onem a linaloolem (střední až podstatnou závislost) a isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, 2,3-butandiolem, ethyl isovalerátem a 4-vinylfenolem (nízká až střední závislost). Body celkem mají také negativní statisticky významné korelace s benzaldehydem (podstatná až velmi silná závislost), s beta-damascenonem, propandiolem, monoethyl sukcinátem, oktánovou kys., ethyl laktátem a diethyl sukcinátem (střední až podstatnou závislost) a též s ethyl dekanoátem a ethyl oktanoátem (nízká až střední závislost).

#### **5.5.4.2 Hodnocení profilu mohutnosti**

Korelační matice profilu mohutnosti a volatilních látek v tabulce (Tab. 45) zobrazuje červeně zvýrazněné statisticky významné korelace. U intenzity a bohatosti vůně jsou pozitivní statisticky významné korelace s isoamyl acetátem (střední až podstatná závislost) a 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem, 2-methyltetrathiophen-3-onem a 4-vinylfenolem (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace intenzity a bohatosti vůně při podstatné až velmi silné závislosti na benzaldehydu a monoethyl sukcinátu, při střední až podstatné závislosti na propandiolu, ethyl laktátu, diethyl sukcinátu a beta-damascenonu a při nízké až střední závislosti na ethyl isovalerátu.

Pozitivní korelační interakce jsou také mezi intenzitou a bohatostí chuti a s isoamyl acetátem (podstatná až velmi silná závislost), s isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem a 2-methyltetrathiophen-3-onem (střední až podstatná závislost) a 2,3-butandiolem, linaloolem a 4-vinylfenolem (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace intenzity a bohatosti vůně s benzaldehydem (podstatná až velmi silná závislost), s propandiolem, oktánovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl

dekanoátem, ethyl laktátem, diethyl sukcinátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem (střední až podstatná závislost) a s ethyl isobutyrátem a ethyl oktanoátem (nízká až střední závislost).

Tab. 45: Korelační matice volatilních látek a profilu mohutnosti

Proměnná	PM - intenzita a bohatost vůně	PM - intenzita a bohatost chuti	PM - tělo	PM - komplexnost	PM - rovnováha	PM - potenciál zrání
Isoamylalkohol	0,150330	0,305031	0,414862	0,388939	0,403049	0,023876
Isobutylalkohol	0,041232	0,149187	0,226024	0,242258	0,285210	-0,045694
2-Fenylethanol	0,232625	0,385235	0,407582	0,410839	0,485771	-0,027798
1-Hexanol	0,065837	0,141142	0,226850	0,223656	0,316328	-0,341784
(E)-3-Hexen-1-ol	0,264815	0,325356	0,345709	0,363101	0,367872	-0,323020
Benzylalkohol	0,087287	-0,094219	-0,124265	-0,070234	-0,183587	0,213918
2,3-Butandiol	0,166835	0,290231	0,227657	0,250632	0,228699	-0,403968
Propandiol	-0,420897	-0,332685	-0,282894	-0,284821	-0,255186	-0,233224
Benzaldehyd	-0,507331	-0,546449	-0,453241	-0,547657	-0,441740	-0,073350
Furfural	0,043867	0,182327	0,196283	0,202003	0,206680	-0,157714
Máselná kys.	0,050358	-0,003389	-0,117381	-0,149609	-0,227143	-0,172429
Isomáselná kys.	0,117533	0,006210	-0,093589	-0,077884	-0,176633	0,390340
Isovalerová kys.	0,108980	0,007966	-0,072989	-0,063810	-0,166140	0,481502
Hexanová kys.	0,080783	-0,086390	-0,028534	-0,100398	-0,171402	0,006582
Oktanová kys.	-0,182573	-0,351438	-0,302521	-0,348958	-0,392353	0,167171
Ethyl isobutyrát	-0,144744	-0,248338	-0,257459	-0,230112	-0,286839	0,462106
Ethyl butyrát	0,009551	0,019859	0,098788	0,035184	0,049206	-0,184175
Ethyl isovalerát	-0,236576	-0,328815	-0,334129	-0,318305	-0,364869	0,496164
Ethyl hexanoát	0,073268	-0,038859	0,050091	-0,034738	-0,088675	0,022160
Ethyl oktanoát	-0,105427	-0,263145	-0,231332	-0,287242	-0,325868	0,086909
Ethyl dekanoát	-0,150507	-0,300392	-0,272120	-0,262679	-0,313030	0,148795
Ethyl laktát	-0,364539	-0,374492	-0,399389	-0,437257	-0,414692	0,048523
Diethyl sukcinát	-0,487915	-0,324068	-0,261644	-0,289532	-0,190578	0,119621
Diethylmalát	-0,042868	-0,107241	-0,026279	-0,079278	-0,104774	-0,010547
Monoethyl sukcinát	-0,518171	-0,370485	-0,283781	-0,328425	-0,211675	0,107461
Gama-butyrolakton	0,061786	0,145297	0,160790	0,170918	0,221482	-0,188586
Isoamyl acetát	0,341411	0,519890	0,476906	0,550349	0,503874	-0,059691
Linalool	0,203065	0,292664	0,233550	0,266158	0,338820	-0,198961
Alfa-Terpineol	-0,076944	-0,002769	0,003327	0,026559	0,179832	-0,149694
Beta-Damascenon	-0,384806	-0,431180	-0,326184	-0,382947	-0,279370	0,078914
Methionol	-0,024315	0,127836	0,062289	0,101918	0,160002	0,010668
2-Methyltetrathiophen-3-on	0,281321	0,350484	0,267980	0,266896	0,154065	0,101896
4-Vinylguaiacol	0,190372	0,181127	0,258731	0,214862	0,218414	-0,156828
4-Vinylfenol	0,294172	0,291048	0,402694	0,365997	0,390818	-0,064933
Acetoin	0,094334	0,174218	0,239333	0,214509	0,252588	-0,202390

Pozitivní statisticky významné korelace těla a isoamylalkoholu, 2-fenylethanolu, cis-3-hexen-1-olu, isoamyl acetátu a 4-vinylfenolu vykazují střední až podstatnou závislost a isobutylalkoholu, 1-hexanolu, 2,3-butandiolu, linaloolu, 2-methyltetrathiophen-3-onu, 4-vinylguaiacolu a acetoinu vykazují nízkou až střední závislost. Negativní statisticky významné korelace těla a benzaldehydu, oktanovou kys., ethyl isovalerátu, ethyl laktátu a beta-damascenonu vykazují střední až podstatnou závislost

a propandiolu, ethyl isobutyrátu, ethyl oktanoátu, ethyl dekanoátu, diethyl sukcinátu a monoethyl sukcinátu vykazují nízkou až střední závislost.

Pozitivní statisticky významné korelace komplexnosti spolu s isoamyl acetátem vykazují podstatnou až velmi silnou závislost, s isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem a 4-vinylfenolem vykazují střední až podstatnou závislost a isobutylalkoholem, 1-hexanolem, 2,3-butandiolem, linaloolem, 2-methyltetrahydrofuran-3-onem, 4-vinylguaiacolem a acetoinem vykazují nízkou až střední závislost. Negativní statisticky významné korelace mezi komplexností spolu s benzaldehydem vykazují podstatnou až velmi silnou závislost, s oktánovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl laktátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem vykazují střední až podstatnou závislost a s propandiolem, ethyl isobutyrátem, ethyl oktanoátem, ethyl dekanoátem a diethyl sukcinátem vykazují nízkou až střední závislost.

Pozitivní statisticky významné korelace mezi rovnováhou a isoamyl acetátem (podstatná až velmi silná závislost), isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, 1-hexanolem, cis-3-hexen-1-olem, linaloolem a 4-vinylfenolem (střední až podstatná závislost) a isobutylalkoholem, 2,3-butandiolem, gama-butyrolaktonem, 2-methyltetrahydrofuran-3-onem, 4-vinylguaiacolem a acetoinem (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace mezi rovnováhou a benzaldehydem, oktánovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl oktanoátem, ethyl dekanoátem a ethyl laktátem (střední až podstatná závislost) a s propandiolem, máselnou kys., ethyl isobutyrátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem (nízká až střední závislost).

Potenciál zrání vykazuje pozitivní statisticky významné korelace s isomáselnou kys., isovalerovou kys., ethyl isobutyrátem a ethyl isovalerátem při střední až podstatné závislosti a s benzylalkoholem při nízké až střední závislosti. Negativní statisticky významné korelace potenciálu zrání a 1-hexanolu, cis-3-hexen-1-olu a 2,3-butandiolu při střední až podstatné závislosti a propandiolu při nízké až střední závislosti.

#### 5.5.4.3 *Hodnocení aromatického profilu*

Korelační matice v tabulkách (Tab. 46 a Tab. 47) zobrazují červeně zvýrazněné pozitivní a negativní statisticky významné korelace mezi aromatickým profilem a volatilními látkami.

Květnaté aroma vykazuje pozitivní statisticky významné korelace s 2,3-butandiolem, máselnou kys., gama-butyrolaktonem, linaloolem a alfa-terpineolem (střední až podstatná závislost) a cis-3-hexen-1-olem, ethyl butyrátem a 4-vinylguaiaelem (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace jsou u květnatého aroma a isoamylalkoholu a ethyl isovalerátu (střední až podstatná závislost) a 2-fenylethanolu, benzaldehydu, isovalerové kys., ethyl isobutyrátu, ethyl laktátu, diethyl sukcinátu, a monoethyl sukcinátu (nízká až střední závislost).

Aromatický profil bylinné je s propandiolem a ethyl butyrátem (střední až podstatná závislost) a 2,3-butandiolem (nízká až střední závislost) v pozitivní statisticky významné korelaci a s isoamylalkoholem (střední až podstatná závislost) v negativní statisticky významné korelaci.

Tropické ovoce vykazuje pozitivní statisticky významné korelace s linaloolem při střední až podstatné závislosti a s 2,3-butandiolem, máselnou kys. a isoamyl acetátem při nízké až střední závislosti. Naopak negativní statisticky významné korelace s ethyl isovalerátem, diethyl sukcinátem a monoethyl sukcinátem při střední až podstatné závislosti a s benzaldehydem, ethyl isobutyrátem, diethylmalátem a beta-damascenonem při nízké až střední závislosti.

Pozitivní statisticky významné korelace jsou mezi citrusovým ovocem a s ethyl isovalerátem (podstatná až velmi silná závislost), isomáselnou kys., isovalerovou kys., oktanovou kys., ethyl isobutyrátem, ethyl oktanoátem, ethyl dekanoátem, ethyl laktátem (střední až podstatná závislost) a s benzaldehydem a diethyl sukcinátem (nízká až střední). Negativní statisticky významné korelace jsou u citrusového ovoce s cis-3-hexen-1-olem a 2,3-butandiolem (podstatná až velmi silná závislost), isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, 1-hexanolem, gama-butyrolaktonem, isoamyl acetátem, linaloolem a 4-vinylfenolem (střední až podstatná závislost)

a s isobutylalkoholem, furfurem, alfa-terpineolem, 4-vinylguaiaolem a acetoinem (nízká až střední závislost).

Tab. 46: Korelační matice volatilních látek a aromatického profilu – část I.

Proměnná	AP - květnaté	AP - bylinné	AP - tropické ovoce	AP - citrusové ovoce	AP - jádrové ovoce	AP - peckové ovoce	AP - drobné ovoce
Isoamylalkohol	-0,431069	-0,308373	-0,126471	-0,419355	0,144982	0,124112	0,170571
Isobutylalkohol	-0,168021	-0,175144	-0,091009	-0,236722	0,029759	0,035385	-0,002486
2-Fenylethanol	-0,237083	-0,005752	-0,050642	-0,370375	0,201813	0,073652	0,047461
1-Hexanol	0,074842	-0,048405	-0,054758	-0,475691	-0,108447	-0,085475	-0,053321
(E)-3-Hexen-1-ol	0,280279	-0,057016	0,181488	-0,584290	-0,422265	0,051925	0,061711
Benzylalkohol	-0,015365	-0,038005	-0,069180	0,137024	-0,042286	0,313789	0,392135
2,3-Butandiol	0,317136	0,217001	0,235408	-0,510440	-0,377633	0,131245	0,130901
Propandiol	0,105261	0,306387	-0,183653	-0,020486	-0,066867	-0,507589	-0,032478
Benzaldehyd	-0,235836	0,075484	-0,263841	0,231690	0,156698	-0,646875	-0,138138
Furfural	0,049622	0,038552	0,044476	-0,294879	-0,070506	-0,196336	-0,186044
Máselná kys.	0,417589	0,197816	0,243030	0,169854	-0,115151	0,105376	0,083609
Isomáselná kys.	-0,095648	0,012719	-0,016387	0,438204	0,223403	0,301883	0,017449
Isovalerová kys.	-0,223229	-0,007018	-0,089309	0,441716	0,263855	0,337573	0,173178
Hexanová kys.	0,057039	0,048884	-0,005266	0,206737	0,080823	-0,061420	0,111357
Oktanová kys.	-0,004288	0,145739	-0,139464	0,479371	0,160875	-0,329641	-0,050870
Ethyl isobutyrate	-0,251893	0,019407	-0,265593	0,521366	0,326951	0,038764	0,035082
Ethyl butyrate	0,215371	0,317724	-0,006240	-0,063011	-0,092466	0,146897	0,163088
Ethyl isovalerate	-0,310494	0,124455	-0,351180	0,522760	0,353109	-0,037616	0,158652
Ethyl hexanoate	0,045726	0,099320	-0,086729	-0,010389	0,026195	-0,120050	0,112377
Ethyl oktanoate	-0,013104	0,131276	-0,049236	0,349862	0,189404	-0,335261	-0,032780
Ethyl dekanóat	-0,024180	0,113562	-0,140655	0,356405	0,064803	-0,277509	-0,011517
Ethyl laktát	-0,231711	0,032253	-0,184688	0,355439	0,182656	-0,191382	0,050566
Diethyl sukcinát	-0,290459	0,155081	-0,344110	0,236086	0,302044	-0,347018	-0,139634
Diethylmalát	-0,146785	0,000025	-0,283994	-0,143660	0,065408	-0,143642	0,127502
Monoethyl sukcinát	-0,277728	0,070356	-0,308277	0,201672	0,257615	-0,452778	-0,220385
Gama-butyrolakton	0,407178	0,166702	0,037742	-0,307727	-0,232064	0,045472	-0,008389
Isoamyl acetát	0,023062	-0,067178	0,248397	-0,452805	-0,315650	0,554933	0,223126
Linalool	0,403225	-0,125211	0,402404	-0,351185	-0,472366	0,240561	-0,086564
Alfa-Terpineol	0,322834	-0,107488	0,178792	-0,253873	-0,438058	-0,042768	-0,144520
Beta-Damascenon	0,045591	0,048128	-0,245913	0,144471	-0,096715	-0,513592	-0,159754
Methionol	-0,117759	-0,108372	-0,043194	-0,161711	0,041993	0,228673	-0,014800
2-Methyltetrahiophen-3-on	-0,052734	-0,135665	0,162164	0,039434	-0,014611	0,620234	0,190894
4-Vinylguaiaacol	0,235101	-0,027102	0,169368	-0,290990	-0,156750	-0,129371	-0,240727
4-Vinylfenol	0,185539	-0,139399	0,127116	-0,411268	-0,215142	-0,025667	-0,101427
Acetoin	0,086423	-0,004818	0,090873	-0,290490	-0,074107	-0,148167	-0,186639

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje aromatický profil jádrové ovoce s ethyl isobutyrate, ethyl isovalerate, diethyl sukcinátem při střední až podstatné závislosti a s isomáselnou kys., isovalerovou kys. a monoethyl sukcinátem při nízké až střední závislosti. Negativní statisticky významné korelace vykazuje aromatický profil jádrové ovoce s cis-3-hexen-1-olem 2,3-butandiolem isoamyl acetátem, linaloolem, alfa-terpineolem při střední až podstatné závislosti a s gama-butyrolaktonem a 4-vinylfenolem při nízké až střední závislosti.

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje peckové ovoce a isoamyl acetát a 2-methyltetrathiophen-3-on (podstatná až velmi silná závislost), benzylalkohol, isomáselná kys., isovalerová kys. (střední až podstatná závislost) a linalool a methionol (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace vykazuje peckové ovoce a propandiol, benzaldehyd a beta-damascenon (podstatná až velmi silná závislost), oktanová kys., ethyl oktanoát, diethyl sukcinát, monoethyl sukcinát (střední až podstatná závislost) a ethyl dekanoát (nízká až střední závislost).

Drobné ovoce je s benzylalkoholem (střední až podstatná závislost) a s isoamyl acetátem (nízká až střední závislost) v pozitivních statisticky významných korelacích a s monoethyl sukcinátem a 4-vinylguaiacolem (nízká až střední závislost) v negativních statisticky významných korelacích.

Pozitivní statisticky významné korelace jsou mezi vařeným a sušeným ovocem s 2,3-butandiolem (podstatná až velmi silná závislost), 2-fenylethanolem a isoamyl acetátem (střední až podstatná závislost) a isoamylalkoholem, 1-hexanolem, cis-3-hexen-1-olem a diethylmalátem (nízká až střední). Negativní statisticky významné korelace jsou u vařeného a sušeného ovoce s ethyl isobutyrátem (podstatná až velmi silná závislost), benzaldehydem, isomáselnou kys., isovalerovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl laktátem, diethyl sukcinátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem (střední až podstatná závislost) a s oktanovou kys. a ethyl dekanoátem (nízká až střední závislost).

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje pečené a karamelizované ovoce a isoamylalkohol, 1-hexanol, cis-3-hexen-1-ol a 2,3-butandiol (střední až podstatná závislost) a 2-fenylethanol, furfural a diethylmalát (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace vykazuje pečené a karamelizované ovoce a isomáselná kys., isovalerová kys., ethyl isobutyrát a ethyl isovalerát (střední až podstatná závislost) a oktanová kys., ethyl dekanoát a beta-damascenon (nízká až střední závislost).

Autolyzátové aroma s isoamylalkoholem vykazují střední až podstatnou pozitivní korelační závislost a s 2-fenylethanolem, furfurem, isoamyl acetátem

a 2-methyltetrahydrophen-3-onem vykazují nízkou až střední pozitivní korelační závislost. Negativní statisticky významné korelace mezi autolyzátovým aroma spolu s ethyl dekanóatem a beta-damascenonem vykazují střední až podstatnou závislost a s oktanovou kys. vykazují nízkou až střední závislost.

Tab. 47: Korelační matice volatilních látek a aromatického profilu – část II.

Proměnná	AP - vařené a sušené ovoce	AP - pečené a karamelizované	AP - autolyzátové	AP - kořenité	AP - barikové	AP - minerální a ostatní
Isoamylalkohol	0,263616	0,364283	0,358301	-0,332088	-0,064686	0,216905
Isobutylalkohol	-0,107354	0,085047	0,122217	-0,196847	-0,243702	0,007336
2-Fenylethanol	0,245317	0,248130	0,296373	-0,236188	-0,061995	0,062406
1-Hexanol	0,217527	0,331878	-0,075548	0,028614	0,057342	-0,252449
(E)-3-Hexen-1-ol	0,435368	0,407561	0,075006	0,168279	0,247852	-0,313015
Benzylalkohol	0,004718	-0,080571	-0,148407	-0,116511	0,343889	-0,007972
2,3-Butandiol	0,536991	0,399979	0,054133	0,334778	0,275114	-0,334555
Propandiol	0,012772	0,197320	-0,171032	0,184390	0,142449	-0,169705
Benzaldehyd	-0,360902	-0,114788	-0,130889	-0,105885	-0,207922	0,151531
Furfural	0,090483	0,216065	0,217717	0,144408	-0,112399	-0,053320
Máselná kys.	-0,041750	-0,113203	-0,053927	0,241515	0,278727	-0,267542
Isomáselná kys.	-0,461824	-0,387944	0,075361	-0,224222	-0,222111	0,160812
Isovalerová kys.	-0,355473	-0,336890	0,142615	-0,305691	-0,134014	0,206933
Hexanová kys.	-0,004900	-0,086096	-0,031573	-0,057221	0,178512	0,036838
Oktanová kys.	-0,282167	-0,283026	-0,271032	-0,052451	0,035646	0,149647
Ethyl isobutyrylát	-0,552242	-0,399836	-0,039403	-0,266462	-0,206636	0,208785
Ethyl butyrylát	0,196758	0,096973	0,009513	0,177992	0,156113	-0,288531
Ethyl isovalerát	-0,437500	-0,364665	-0,097558	-0,311067	-0,055910	0,283959
Ethyl hexanoát	0,112752	0,102920	0,069309	-0,024262	0,276725	-0,032601
Ethyl oktanoát	-0,101924	-0,138881	-0,131697	-0,045031	0,107568	0,138120
Ethyl dekanóat	-0,210628	-0,260220	-0,444965	-0,083434	0,046836	0,096974
Ethyl laktát	-0,338673	-0,059335	-0,047556	0,035345	0,054996	0,201142
Diethyl sukcinát	-0,374126	-0,141898	-0,034976	-0,086083	-0,262996	0,198301
Diethylmalát	0,244344	0,220847	-0,069954	-0,098617	0,221517	0,137858
Monoethyl sukcinát	-0,410835	-0,192736	-0,114213	-0,074148	-0,297612	0,166213
Gama-butyrolakton	0,004771	0,033507	-0,050111	0,201861	0,004667	-0,416976
Isoamyl acetát	0,362342	0,155584	0,259920	0,042836	0,073945	-0,197272
Linalool	0,135516	0,011854	0,056596	0,342485	-0,007359	-0,430767
Alfa-Terpineol	-0,105216	-0,075043	-0,133988	0,280826	-0,033852	-0,421790
Beta-Damascenon	-0,329015	-0,260844	-0,365390	0,051745	-0,286328	0,062412
Methionol	-0,114585	0,016522	0,148734	-0,024694	-0,254104	0,060992
2-Methyltetrahydrophen-3-on	-0,017834	-0,096117	0,218937	-0,081924	0,111159	-0,156106
4-Vinyguaiacol	0,090705	0,069596	0,112054	0,203221	-0,113960	-0,217241
4-Vinyfenol	0,156805	0,122994	0,066591	0,152026	-0,132681	-0,197297
Acetoin	0,149320	0,191106	0,125935	0,120972	-0,118163	-0,128151

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje kořenité aroma a 2,3-butandiol a linalool (střední až podstatná závislost) a máselná kys. a alfa-terpineol (nízká až střední závislost). Negativní statisticky významné korelace vykazuje kořenité aroma a isoamylalkohol, isovalerová kys. a ethyl isovalerát (střední až podstatná závislost) a 2-fenylethanol, isomáselná kys. a ethyl isobutyrylát (nízká až střední závislost).



Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje barikové aroma s benzylalkoholem při střední až podstatné závislosti a s cis-3-hexen-1-olem, 2,3-butandiolem, máselnou kys., ethyl hexanoátem a diethylmalát při nízké až střední závislosti. Negativní statisticky významné korelace vykazuje barikové aroma s isobutylalkoholem, benzaldehydem, isomáselnou kys., diethyl sukcinátem, monoethyl sukcinátem, beta-damascenonem a methionolem při nízké až střední závislosti.

Minerální a ostatní aroma s isoamylalkoholem, ethyl isobutyratem a ethyl isovalerátem vykazují nízkou až střední pozitivní korelační závislost. Negativní statisticky významné korelace mezi minerální a ostatním aroma spolu s cis-3-hexen-1-olem, 2,3-butandiolem, gama-butyrolaktonem, linalolem a alfa-terpineolem vykazují střední až podstatnou závislost a s 1-hexanolem, máselnou kys., ethyl butyrátem a 4-vinylguaiacolem vykazují nízkou až střední závislost.

## 6 DISKUSE

Mnoho studií se zaměřením na šumivá vína se věnovalo porovnání obsahu aminokyselin [29, 32, 41, 46, 149], fenolických látek [64, 184-187] a volatilních látek [32, 138, 142, 150, 156, 188] hlavně ve spojitosti s dobou zrání po sekundární fermentaci. Velice málo studií bylo zaměřeno na porovnání těchto látek v závislosti na použití imobilizovaných kvasinek a klasických kvasinek se základním vínem, tedy vínem jako kontrolou bez sekundární fermentace. Výsledky práce jsou také zajímavé z pohledu srovnání zastoupení aminokyselin, fenolických látek a volatilních látek na sensorický profil vín a jejich vliv na hodnocení vín, profil mohutnosti a aromatický profil. Na toto srovnání nebyla doposud publikována žádná studie.

### 6.1 Aminokyseliny

Bozdogan a Canbas [46] zjistili významné rozdíly v obsahu aminokyselin během zrání vína na kalech (časový faktor) a také v závislosti na kmenu kvasinek. Výjimkou byly glutamin a methionin, které nejsou významně ovlivněny stárnutím. Kyselina asparagová, glutamin, histidin, treonin, arginin, ethanolamin, methionin, leucin a tryptofan nebyly významně ovlivněny použitým kmenem kvasinek. Rozdíly mezi základními víny a víny po 20 dnech po sekundární fermentaci ukazují snížení obsahu kyseliny asparagové, asparaginu, serinu, histidinu, kyseliny gama-aminomáselné, tyrosinu, valinu, isoleucinu, tryptofanu a lysinu. Mezi 20 a 365 dny zrání v láhvi existují významné rozdíly u kyseliny asparagové, asparaginu, serinu, histidinu, treoninu, alaninu, argininu, tyrosinu, valinu, isoleucinu, leucinu, lysinu, tryptofanu, jejichž obsah se zvýšil, a u kyseliny glutamové, kyseliny gama-aminomáselné a ethanolaminu, jejichž obsah se snížil. [46]

#### 6.1.1 *Obsah jednotlivých aminokyselin*

Z grafu (Graf 23) je zřejmé, že se průměrné zastoupení všech analyzovaných aminokyselin po sekundární fermentaci zvýšilo. Nicméně graf (Graf 24) ukazuje zásadní rozdíly mezi imobilizovanými kvasinkami a klasickými kvasinkami právě ve prospěch vyššího zastoupení jednotlivých aminokyselin u vín vyrobených pomocí

klasických kvasinek. Bozdogan a Canbas [46] ve své studii uvádějí, že nebyly pozorovány žádné významné rozdíly mezi použitím imobilizovaných a klasických volných kvasinek v případech volných aminokyselin a aminokyselin v peptidech. Větší rozdíly byly v této studii sledovány mezi kmeny kvasinek a mezi ročníky. Vliv ročníku na zastoupení jednotlivých aminokyselin je patrný v grafu (Graf 26), který ukazuje u většiny aminokyselin vyšší zastoupení v ročníku 2011. Porovnání obsahu aminokyselin dle cukernatosti moštu (Graf 25) ukazuje vyšší zastoupení aminokyselin vyjma ornitinu ve prospěch vyšší cukernatosti, v tomto případě 21 °NM. Cukernatosti moštu 17 °NM a 19 °NM mají přibližně stejné obsahy aminokyselin. Lze tedy konstatovat, že obsah aminokyselin je závislý na mnoha faktorech, které jeho obsah jak negativně, tak i pozitivně ovlivňují, což potvrzuje i Desportes et al. [189]

### ***6.1.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na aminokyseliny***

Vliv ročníku na obsah aminokyselin byl prokazatelně stanoven při podstatné až velmi silné závislosti na kyselině beta-aminomáselné (Tab. 22). Sekundární fermentace měla podstatný až velmi silný vliv na obsah lyzinu a klasické kvasinky podstatný až velmi silný vliv taktéž na obsah lyzinu a také na argininu.

### ***6.1.3 Srovnání sensorického a analytického hodnocení v závislosti na aminokyselinách***

Martínez la Puente et al. [190] ve své studii uvádějí, že aminokyseliny s nepolárními postranními řetězci více vysoce korelují s perlením než aminokyseliny s polárními postranními řetězci a také že celkový obsah aminokyselin je velice pozitivní v korelaci s perlením šumivých vín (čím více aminokyselin je ve víně přítomno, tím lepší je perlení). Tabulka (Tab. 25) znázorňuje podstatné až velmi silné závislosti aminokyselin glycinu, beta-alaninu a metioninu, což také potvrzuje výše zmíněná studie. [190] Z ostatních aminokyselin mají statisticky významnou korelaci lyzin, který má pozitivní podstatnou až velmi silnou závislost na pozitivní intenzitě vůně, chuti a celkovém dojmu. Dále arginin, který má střední až podstatný vliv na pozitivní intenzitu chuti,

a kyselina gama-aminomáselná, která má střední až podstatný vliv na celkové bodové hodnocení.

Zajímavé je srovnání perlení v závislosti na typu kvasinek (imobilizované a klasické kvasinky), což znázorňuje korelační matice v tabulce (Tab. 26). Vzájemný korelační vztah mezi perlením a klasickými kvasinkami je charakterizován podstatnou až velmi silnou závislostí. Tento vztah tedy ukazuje, že vína vyrobená klasickými kvasinkami byla v perlení statisticky průkazně lépe hodnocena, což znázorňuje i graf hodnocení stobodovou stupnicí (Graf 10).

Při hodnocení profilu mohutnosti byly prokázány statisticky významné korelace argininu s tělem vína se střední až podstatnou závislostí a také argininu a lyzinu s pozitivní intenzitou a bohatostí chuti s podstatnou až velmi silnou závislostí. Naopak negativní statisticky významné korelace a tedy negativní ovlivnění profilu mohutnosti byly zaznamenány u prolinu s intenzitou a bohatostí vůně, intenzitou a bohatostí chuti a komplexností s negativní podstatnou až velmi silnou závislostí. Na potenciál zrání má negativní vliv vyšší obsah kyseliny glutamové, alaninu a valinu se střední až podstatnou závislostí.

Pripis-Nicolau et al. [191] uvádějí, že některé aminokyseliny mohou mít specifický senzorický projev (Tab. 48).

Tab. 48: Aminokyseliny a jejich možný senzorický projev [191]

Aminokyselina	Senzorický projev
<b>Cystein</b>	Popcorn, toast, lískový ořech
<b>Methionin</b>	Brambory, zelí
<b>Valin</b>	Sýr
<b>Leucin</b>	Kukuřičný škrob
<b>Isoleucin</b>	Ovocité aroma
<b>Fenylalanin</b>	Květinové aroma

Tabulka (Tab. 29) ukazuje, že u aromatického profilu byly zjištěny pozitivní statisticky významné korelace u vín po sekundární fermentaci s peckovým a drobným ovocem při podstatné až velmi silné závislosti a s autolyzátovým aroma při velmi silné závislosti. Taktéž pozitivní statisticky významné korelace byly zjištěny u vín, která byla vyrobena pomocí klasických kvasinek spolu s tropickým a peckovým ovocem a autolyzátovým aroma (podstatná až velmi silná závislost). Z výše zmíněného vyplývá, že k autolyzátovému aroma zásadně přispívá sekundární fermentace a také sekundární fermentace, která je uskutečňována pomocí klasických kvasinek. Zajímavé je též aroma tropického ovoce, které je dominantní u vín vyrobených klasickými kvasinkami.

Vzájemné pozitivní statisticky významné korelace (Tab. 30) s podstatnou až velmi silnou závislostí jsou mezi kyselinou beta-aminomáselnou a květnatou vůní, dále mezi vůní peckového ovoce a argininem a vůní drobného ovoce a argininem (obě podstatné až velmi silné závislosti). Negativní statisticky významná korelace je mezi citrusovou vůní aromatického profilu a kyselinou glutamovou a alaninem (obě podstatné až velmi silné). Taktéž negativní statisticky významná korelace je u vůně jádrového ovoce s alaninem (podstatná až velmi silná závislost). Další negativní statisticky významné korelace jsou mezi pečenou a karamelizovanou vůní a prolinem a také mezi prolinem a kořenitou vůní. Obě závislosti lze hodnotit jako podstatné až velmi silné.

Interakce mezi autolyzátovým aromatickým profilem a aminokyselinami v tabulce (Tab. 31) ukázaly, že treonin, serin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin alanin, valin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, kyselina beta-aminomáselná, arginin a kyselina aminoadipová jsou aminokyseliny podílející se na aroma másla, briošky, droždí, které je právě pro šumivá vína tak typické. Jednotlivé zástupce zodpovědné za autolyzátové aroma bychom těžko stanovovali, ale můžeme konstatovat, že se zřejmě jedná o sensoricky synergický efekt výše zmíněných aminokyselin.

## 6.2 Fenolické látky

Při zrání šumivých vín, která jsou kontaktu s kaly, se předpokládá stabilizace barvy, protože fenolické sloučeniny se váží s polysacharidy vylučovanými během sekundární

fermentace a s mannoproteiny pocházejícími z buněčných stěn při autolýze. Absorpce fenolických sloučenin v buněčných stěnách nebo jejich spojení s makromolekulami může zabránit jejich oxidaci a může stabilizovat barvu vína. [95, 96]

### **6.2.1 Obsah jednotlivých fenolických látek**

Pozo-Bayón et al. [185] uvádějí, že u šumivých vín bylo zjištěno pomocí HPLC třicet dva fenolických sloučenin s nízkou molekulovou hmotností. V rámci této závěrečné práce bylo stanovováno 22 fenolických látek (nebyly stanovovány antokyaniny), které byly následně rozřazeny do 6 skupin.

Z grafického znázornění (Graf 27) je patrné, že obsah u jednotlivých skupin fenolických látek mírně klesá u varianty po sekundární fermentaci oproti variantě před sekundární fermentací. Nicméně nejedná se o statisticky průkazný pokles.

Taktéž v grafickém znázornění (Graf 28), které je kategorizováno dle typu vína (dle použitých kvasinek), můžeme tak jako u grafu (Graf 27) sledovat pokles obsahu fenolických látek u vín s proběhlou sekundární fermentací, vyjma skupiny flavanolů.

Z těchto dvou grafických srovnání je patrné, že samotná sekundární fermentace nemá významný vliv na změnu obsahu fenolických látek mezi základním vínem a víny po sekundární fermentaci, ale ani mezi víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a víny vyrobenými klasickými kvasinkami. Tuto tezi ve své studii potvrzuje i Pozo-Bayón et al. [185]

V následujícím grafickém znázornění (Graf 29) můžeme sledovat, že obsah DPPH Troloxu a flavan-3-olů se v závislosti na cukernatosti moštu nějak zásadně nemění. U flavanolů, hydroxyskořicových kyselin a stilbenů je znatelný nárůst obsahu těchto fenolických látek v závislosti na zvyšující se cukernatosti od 17 °NM do 21 °NM. Naopak u hydroxybenzoových kyselin je trend opačný, tedy se zvyšující se cukernatostí moštu jejich obsah klesá. Tedy ani cukernatost moštu nemá statisticky průkazný rozdíl na průměrný obsah jednotlivých fenolických látek.

V grafickém porovnání obsahu fenolických látek dle ročníku (Graf 30) je znázorněn statisticky průkazný rozdíl u všech porovnávaných skupin fenolických látek mezi

ročníky. Rozdíly mezi ročníky 2010 a 2011 jsou nejmarkantnější u hydroxybenzoových kyselin, hydroxyskořicových kyselin a flavanolů. Tyto rozdíly, a tedy vyšší obsah v roce 2011, se odrážejí od charakteru ročníků, které jsou popsány v kapitole 4.1.4 Charakteristika ročníku.

Reynolds [6] ve své knize interpretuje zastoupení jednotlivých fenolických látek u odrůd typických pro Champagne (Chardonnay a Pinot noir) a Cava (Macabeo, Xarel·lo, Parellada, Garnacha, Trepat a Monastrell). Obsahově nejvíce zastoupenou skupinou fenolických látek jsou hydroxyskořicové kyseliny nezávisle na zvolené odrůdě. Taktéž bylo prokázáno, že není rozdíl v obsahu fenolických látek u šumivých vín vyrobených z bílých moštových odrůd (blanc de blancs) a bílých vín vyrobených z modrých moštových odrůd (blanc de noirs). [6]

Ve výsledkové části je v grafu (Graf 31) zobrazeno zastoupení fenolických látek, které jsou kategorizovány dle odrůd. Je zde možno sledovat mnoho statisticky průkazných rozdílů v obsahu jednotlivých skupin fenolických látek v závislosti na odrůdě vyjma odrůdových rozdílů u hydroxybenzoových kyselin. Pozo-Bayón et al. [185] pozorují, že největší rozdíly nalezené u nízkomolekulárních fenolických sloučenin v šumivém víně byly mezi odrůdami, ze kterých byly vyrobeny, zatímco doba zrání nijak podstatně neovlivnila fenolické složení.

### ***6.2.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na fenolické látky***

Korelační matice v tabulce (Tab. 33) znázorňuje podstatné až velmi silné závislosti jednotlivých aminokyselin na ročníku 2011 a také střední až podstatnou korelační závislost hydroxyskořicových kyselin na ročníku 2011. Tyto korelační závislosti potvrzují výsledky, které již byly diskutovány v kapitole 6.2.1 Obsah jednotlivých fenolických látek.

### 6.2.3 *Srovnání sensorického a analytického hodnocení fenolických látek*

Martínez la Puente et al. [190] popisují, že celkový obsah fenolů by neměl mít vliv na perlení a ani celkové hydroxyskořicové kyseliny a celkové flavonoly dle této studie neměly žádný vliv na perlení šumivých vín.

V korelační matici (Tab. 35) jsou znatelné negativní statisticky významné korelace mezi perlením a DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami, flavan-3-oly a stilbeny na střední úrovni závislosti. Můžeme tedy konstatovat, že pokud je obsah těchto korelujících fenolických látek vyšší, hodnocení perlení je nižší. Perlení spolu s flavonoly (což potvrzují ve své studii i Martínez la Puente et al. [190]) a hydroxybenzoovými kyselinami nemají statisticky významné korelace.

Také u čistoty vůně, pozitivní intenzity vůně, kvality vůně, pozitivní intenzity chuti a celkového dojmu nejsou pozitivní ani negativní statisticky významné korelace. Lze tedy konstatovat, že v tomto případě obsah fenolických látek neovlivňuje hodnocení vůně vína, pozitivní intenzity chuti a celkový dojem.

Naopak čistota chuti pozitivně statisticky významně koreluje na střední úrovni závislosti s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami a stilbeny. Taktéž kvalita chuti vykazuje pozitivní statisticky významné korelace na střední úrovni závislosti s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxyskořicovými kyselinami a flavan-3-oly. Perzistence je taktéž na střední úrovni závislosti pozitivní statisticky významné korelace se všemi skupinami fenolických látek vyjma hydroxybenzoových kyselin. Celkové bodové hodnocení je v pozitivní statisticky významné korelaci se všemi skupinami fenolických látek při vyjádření střední až podstatné závislosti. Z těchto korelačních závislostí je jasně zřetelné, že některé skupiny fenolických látek mohou negativně ovlivňovat perlení, ale naopak také mohou přispívat k pozitivnímu hodnocení jiných kritérií stobodové stupnice (čistota chuti, kvalita chuti, perzistence a celkové bodové hodnocení).

Tabulka (Tab. 36) s korelační maticí mezi profilem mohutnosti a jednotlivými skupinami fenolických látek znázorňuje jen pozitivní statisticky významné korelace. To tedy znamená, že vyšší obsah jednotlivých skupin fenolických látek přispívá



k pozitivnějšímu hodnocení jednotlivých složek profilu mohutnosti vyjma potenciálu zrání. Síla závislosti mezi jednotlivými skupinami fenolických látek a hodnotícími kritérii profilu mohutnosti je odvislá od absolutní hodnoty korelací a v tomto případě je v rozmezí od 0,21 (nízká až střední závislost) do 0,51 (podstatná až velmi silná závislost).

Intenzita a bohatost vůně jsou charakterizovány střední až podstatnou závislostí na hydroxyškořicových kyselinách, flavan-3-olech a stilbenech a mezi intenzitou a bohatostí chuti jsou také střední až podstatné závislosti, ale na flavanolech, hydroxybenzoových kyselinách, hydroxyškořicových kyselinách a flavan-3-olech. Profil mohutnosti vyjádřený tělem, komplexností a rovnováhou vína je se všemi skupinami fenolických látek ve střední až podstatné závislosti a rovnováha je s flavanoly a flavan-3-oly v podstatné až velmi silné pozitivní závislosti. Naopak všechny skupiny fenolických látek nejsou v pozitivní ani v negativní statisticky významné korelaci s potenciálem zrání.

Vliv jednotlivých skupin fenolických látek na aromatický profil vín je znázorněný v korelační matici tabulky (Tab. 37). Aromatický profil bylinné je v negativní statisticky významné korelaci s hydroxybenzoovými kyselinami (střední závislost). Aromatický profil citrusové ovoce je negativně statisticky významně korelován se všemi měřenými skupinami fenolických látek (střední, podstatná až velmi silná závislost), taktéž jádrové ovoce se střední až podstatnou závislostí, ale vyjma hydroxyškořicových kyselin. Peckové ovoce a drobné ovoce pozitivně statisticky významně koreluje s flavanoly (střední závislost). Vařené a sušené ovoce a pečené a karamelizované ovoce při střední závislosti pozitivně statisticky významně koreluje s flavanoly, hydroxybenzoovými kyselinami a flavan-3-oly. Minerální a ostatní jsou s flavanoly, DPPH Troloxem, hydroxybenzoovými kyselinami a flavan-3-oly v negativní statisticky významné korelaci vyjádřené střední až podstatnou závislostí.

Výsledky můžeme interpretovat tak, že vyšší obsah většiny fenolických látek má negativní vliv na aroma bylinné, citrusového ovoce, jádrového ovoce a minerální a ostatní. Naopak vyšší obsah flavonolů má pozitivní vliv na aroma peckového ovoce, drobného ovoce, vařeného a sušeného ovoce a pečeného a karamelizovaného ovoce.

Hydroxybenzoové kyseliny a flavan-3-oly mají pozitivní vliv na aroma vařeného a sušeného ovoce a pečeného a karamelizovaného ovoce. Aromatický profil květnaté, tropické ovoce, autolyzátové, kořenité a barikové a všechny měřené skupiny fenolických látek spolu nemají pozitivní ani negativní statisticky významné korelace.

### 6.3 Volatilní látky

Francioli [53] nedávno charakterizoval těkavé sloučeniny uvolňované během autolýzy u šumivých vín. Objevené acetáty se snižují v průběhu zrání, zatímco diethylsukcinát, vitispiran a TDN se průběhu času zvyšují. Uvolnění hexanolu a 2-fenyletanolu bylo prokázáno v průběhu autolýzy. Sloučeniny jako vitispiran, TDN a diethylsukcinát mohou být dobrým znakem zrání a mohou nám pomoci rozlišovat mezi mladými a naleželými šumivými víny. Byl také studován původ post-fermentačních vůní při zrání v láhvi v kontaktu s kaly. Riu-Aumatell [138] získal podobné výsledky, kde některé vysokomolekulární acetáty a ethyl a isoamyl estery jsou typické aroma sloučeniny pro mladá šumivá vína a naproti tomu vitispiran, diethyl sukcinát, TDN, hexenol a ethylacetát jsou typické aroma sloučeniny při dlouhém zrání na kalech. [138, 148]

Zastoupení jednotlivých volatilních látek před a po sekundární fermentaci a jejich sensorický vjem zobrazuje tabulka (Tab. 14). Některé volatilní látky, které jsou uvedeny ve výše zmíněné tabulce a jež jsou považovány za hlavní markery zrání šumivých vín, nebyly detekovány (např. vitispiran a TDN), jelikož jejich zastoupení bylo pod detekčními schopnostmi plynového chromatografu.

#### 6.3.1 Obsah jednotlivých volatilních látek

Torrens et al. [142] uvádějí, že množství acetátových esterů (hexylacetát, fenylethylacetát, oktyl acetát aj.) se snižuje až k bodu, kdy už nejsou detekovatelné. Podle literatury se tyto sloučeniny snižují během výroby šumivých vín a mohou být také použity jako markery zrání šumivých vín. [138] Tato skutečnost potvrzuje ztrátu svěžích a ovocných deskriptorů mezi základním a šumivým vínem. Nicméně nejhojnějšími estery na při zrání šumivých vín byly ethyllaktát a diethylsukcinát. [142] Tyto dvě sloučeniny byly dříve popsány jako těkavé sloučeniny, které

zvyšují své množství při zrání vín na kalech. [138] Stejně výsledky byly získány v této studii, kde bylo publikováno, že tvorba těchto dvou esterů by mohla být podpořena přítomností kalů a delší dobou kontaktu s nimi. [192]

Porovnání průměrného obsahu vybraných volatilních látek, které je kategorizováno před a po sekundární fermentaci, znázorňuje graf (Graf 32). Před sekundární fermentací než po sekundární fermentaci vykazovaly prokazatelně vyšší zastoupení oktanová kyselina, ethyl oktanoát, ethyl dekanoát a beta-damascenon. Naopak prokazatelně vyšší zastoupení po sekundární fermentaci se ukázalo ve prospěch isoamyl acetátu a 2-methyltetrahydrothiophen-3-onu.

Graf (Graf 33) porovnává průměrné obsahy vybraných volatilních látek v závislosti na typu vína (typu použitých kvasinek), u kterých je prokazatelný rozdíl. Propandiol, benzaldehyd, diethyl sukcinát, monoethyl sukcinát a beta-damascenon mají prokazatelně nižší zastoupení u vína vyrobeného klasickými kvasinkami oproti vínům vyrobeným pomocí imobilizovaných kvasinek a základnímu vínu. Beta-Damascenon nebyl vůbec detekován ve vínech vyrobených klasickými kvasinkami. Naopak prokazatelně vyšší zastoupení isoamyl acetátu, linaloolu a 2-methyltetrahydrothiophen-3-onu je u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek. U isomáselné a isovalerové kyseliny je vzestupná tendence v obsahu od základního vína přes vína s imobilizovanými kvasinkami až vína vyrobená pomocí klasických kvasinek. U těchto dvou výše zmíněných kyselin je prokazatelný rozdíl v obsahu jen mezi základním vínem a vínem vyrobeným klasickými kvasinkami. U oktanové kyseliny, ethyl oktanoátu a ethyl dekanoátu je také prokazatelný rozdíl, ale v nižším obsahu, a to zase jen mezi základním vínem a vínem vyrobeným klasickými kvasinkami.

Grafické znázornění (Graf 34) porovnává vybrané volatili látky kategorizované dle cukernatosti moštu, u kterých je prokazatelný rozdíl v jejich obsahu. U 2,3-butandiolu je prokazatelný rozdíl v nižším obsahu mezi cukernatostí moštu 17 °NM a cukernatostmi 19 a 21 °NM. Naopak u isomáselné kyseliny, isovalerové kyseliny a ethyl isobutyrate je prokazatelně nižší obsah při cukernatosti moštu 21 °NM oproti cukernatosti 17 a 19 °NM. U ethyl butyrátu, ethyl hexanoátu je se zvyšující se

cukernatostí moštu i zvyšující se obsah těchto volatilních sloučenin a je mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM prokazatelný rozdíl v jejich zastoupení. Naopak u zastoupení ethyl isovalerátu a alfa-terpineolu se jejich obsah se zvyšující cukernatostí snižuje. Je tu také jen prokazatelný rozdíl mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM. Obsah diethylmalátu je nejnižší při cukernatosti moštu 17 °NM a nejvyšší při 19 °NM. Prokazatelný rozdíl v obsahu je však mezi cukernatostmi 17 °NM a 21 °NM. U ostatních volatilních látek, které nejsou zobrazeny v grafu, nebyl zjištěný prokazatelný rozdíl v jejich průměrném obsahu v závislosti na cukernatosti moštu 17, 19 a 21 °NM.

Některé hlavní odrůdové sloučeniny zvýšily u šumivých vín svůj obsah (benzylalkohol, 2-fenylethanol, linalool, vitispiran a TDN). TDN a vitispiran pocházejí z degradace karotenoidu v přítomnosti kyslíku, vysokých teplot nebo díky slunečnímu záření. [193] Tyto sloučeniny mohou zvýšit své množství v průběhu stárnutí, i když toto nemůže být stanoveno senzorickeou analýzou. 2-Fenylethanol a benzylalkohol nemohou zvýšit své množství v průběhu zrání a jsou spojeny s metabolismem kvasinek. Benzylalkohol byl nalezen v hroznech jako glukopyranosid. [154] Beta-Damascenon snižuje svůj obsah při zrání šumivých vín. V literatuře se uvádí, že některé mannoproteiny vylučované kvasinkami by mohly interagovat s těkavými sloučeninami v koncentracích, při kterých by mohly tyto mannoproteiny způsobit senzoricke změny ve víně. [134]

Grafické znázornění (Graf 35) zobrazuje zastoupení vybraných volatilních látek dle ročníku 2010 a 2011. U ročníku 2010 je prokazatelně vyšší obsah benzaldehydu, kyseliny isomáselné, isovalerové, hexanové, oktanové, ethyl isobutyrate, isovalerátu, hexanoátu, oktanoátu, dekanoátu, laktátu, diethyl sukcinátu, diethyl malátu a monoethyl sukcinátu než u ročníku 2011. Naopak prokazatelně nižší zastoupení v ročníku 2010 než v ročníku 2011 je u isobutylalkoholu, 1-hexanolu, cis-3-Hexen-1-olu, gama-butyrolaktonu, isoamyl acetátu, linaloolu, alfa-terpineolu, methionolu, 4-vinylguaiacolu, 4-vinylfenolu a acetoinu. U ostatních volatilních látek, které nejsou zobrazeny v grafu, nebyl zjištěn prokazatelný rozdíl v jejich průměrném obsahu v závislosti na ročníku 2010 a 2011.

Grafy (Graf 36 a Graf 37) porovnávají průměrné obsahy vybraných volatilních látek, u kterých je statisticky průkazný rozdíl, jež jsou kategorizovány dle odrůd (Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený). Průměrné zastoupení 2,3-butandiolu je prokazatelně vyšší u odrůdy Sauvignon než u odrůd Ryzlink rýnský, Rulandské bílé a Rulandské modré. Mezi odrůdami Sauvignon a Tramín červený není prokazatelný rozdíl v jejich zastoupení. Obsah isoamylalkoholu je prokazatelně vyšší u odrůdy Rulandské bílé než u odrůd Ryzlink rýnský, Sauvignon a Tramín červený. Prokazatelně vyšší obsah je také u odrůdy Rulandské modré než u odrůd Sauvignon a Tramín červený. Isobutylalkohol je nejvíce zastoupen u odrůdy Rulandské bílé a právě toto zastoupení je prokazatelně vyšší než u ostatních odrůd Ryzlink rýnský, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený. Nejvyšší průměrný obsah 2-fenylethanolu je u odrůdy Rulandské bílé a následně u odrůdy Sauvignon. Mezi těmito dvěma odrůdami není prokazatelný rozdíl v jejich obsahu. Prokazatelný rozdíl je mezi odrůdou Rulandské bílé a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré a Tramín červený a také mezi odrůdou Sauvignon a odrůdami Rulandské modré a Tramín červený. U gama-butyrolaktonu existují dva prokazatelné rozdíly v závislosti na odrůdě: mezi odrůdou Sauvignon, která je zastoupena nejvíce, a odrůdou Rulandské modré, která je zastoupena nejméně, a také mezi odrůdami Rulandské bílé a Rulandské modré. U acetoinu je průkazný rozdíl jen mezi odrůdami Rulandské bílé a Rulandské modré. Průměrné zastoupení máselné kyseliny je nejvyšší u odrůdy Tramín červený a následně u Sauvignonu. Průkazný rozdíl v průměrném obsahu můžeme sledovat mezi odrůdou Tramín červený a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské bílé a Rulandské modré. V případě 1-hexanolu je prokazatelný rozdíl v průměrném zastoupení jasně zřetelný jen mezi odrůdami Sauvignon a Tramín červený. U benzylalkoholu je průkazný rozdíl v zastoupení mezi Rulandským bílým a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený a také mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdou Tramín červený. Zastoupení furfuralu je nejvyšší u odrůdy Sauvignon, ale průkazné rozdíly v obsahu jsou jen mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdami Ryzlink rýnský a Rulandské bílé. Ethyl butyrát je nejvíce zastoupen u odrůdy Sauvignon a prokazatelné rozdíly v obsahu jsou mezi odrůdou

Sauvignon a odrůdami Ryzlink rýnský, Rulandské modré a Tramín červený. U linaloolu je průkazný rozdíl mezi odrůdou Tramín červený a odrůdami Rulandské modré a Ryzlink rýnský. 4-Vinylguaiacol vykazuje průkazné rozdíly mezi odrůdou Rulandské bílé a odrůdami Rulandské modré a Sauvignon a také mezi odrůdou Rulandské modré a odrůdami Ryzlink rýnský a Tramín červený. 4-Vinylfenol má průkazný rozdíl v obsahu jen mezi odrůdami Rulandské bílé s nejvyšším zastoupením a Rulandské modré s nejnižším zastoupením.

### ***6.3.2 Vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky***

Korelační matice v tabulce (Tab. 41) ukazuje vliv ročníku, cukernatosti, sekundární fermentace a typu kvasinek na volatilní látky. Vliv **ročníku 2011** je průkazný na vyšší obsah linaloolu, alfa-terpineolu, 1-hexanolu, cis-3-hexen-1-olu, gama-butyrolaktonu, isoamyl acetátu, 4-vinylfenolu, isobutylalkoholu, 2,3-butandiolu, methionolu, 4-vinylguaiacolu, acetoinu a furfuralu. **Ročník 2010** má vliv na vyšší obsah oktanové kys., ethyl isovalerátu, ethyl oktanoátu, ethyl laktátu, benzaldehydu, isovalerové kys., hexanové kys., ethyl isobutyryátu, ethyl hexanoátu, ethyl dekanoátu, diethyl sukcinátu, máselné kys., isomáselné kys., diethylmalátu a monoethyl sukcinátu. U ostatních volatilních látek a ročníku nejsou statisticky významné korelační závislosti.

Při vyšší **cukernatosti moštu** je vyšší koncentrace 2,3-butandiolu, diethylmalátu, ethyl hexanoátu, 2-fenylethanolu, cis-3-hexen-1-olu, propandiolu, furfuralu, ethyl butyryátu, 4-vinylguaiacolu, 4-vinylfenolu a acetoinu. Naopak při vyšší cukernatosti moštu je nižší obsah isomáselné kys., isovalerové kys., ethyl isobutyryátu, ethyl isovalerátu, ethyl laktátu a alfa-terpineolu. U ostatních volatilních látek a cukernatosti moštu nejsou statisticky významné korelační závislosti.

**Po sekundární fermentaci** mají prokazatelně vyšší zastoupení isoamyl acetát, 2-methyltetrahydrothiophen-3-on, isomáselná kys., isovalerová kys., ethyl butyryát, methionol. Naopak prokazatelně nižší zastoupení po sekundární fermentaci vykazují ethyl dekanoát, beta-damascenon, benzaldehyd, oktanová kys. a ethyl oktanoát.

U ostatních volatilních látek v závislosti na sekundární fermentaci nejsou statisticky významné korelační závislosti.

**Klasické kvasinky** mají prokazatelný vliv na vyšší zastoupení 2-methyltetrahydrophen-3-onu, isoamyl acetátu, isomáselné kys., isovalerové kys. a 2-fenylethanolu, máselné kys., ethyl butyrátu, linaloolu a methionolu. Naopak prokazatelně nižší zastoupení u vín vyrobených klasickými kvasinkami je u beta-damascenonu, benzaldehydu, ethyl dekanoátu, propandiolu, oktanové kys., monoethyl sukcinátu a u ethyl oktanoátu, ethyl laktátu, diethyl sukcinátu a diethylmalátu. U ostatních volatilních látek v závislosti na použitém druhu kvasinek nejsou statisticky významné korelační závislosti.

### ***6.3.3 Srovnání sensorického a analytického hodnocení volatilních látek***

Zastoupení jednotlivých volatilních látek má vliv na aromatický vjem, který cítíme [156], ale jak prokazují výsledky, jsou zde i závislosti (pozitivní i negativní) na hodnocení stobodovou stupnicí a také je zde průkazný vliv (pozitivní i negativní) na profil mohutnosti. Vzhledem k tomu, že se v případě volatilních látek jedná o velké množství sloučenin, budou v této kapitole diskutovány pouze výsledky, které mají střední až velmi silnou korelační závislost.

#### **Hodnocení stobodovou stupnicí (Tab. 44)**

Pozitivní vliv na **perlení** je prokazatelný u 2-methyltetrahydrophen-3-onu, isomáselné kys., isovalerové kys. a isoamyl acetátu. Naopak negativní statisticky významné korelace jsou u perlení s beta-damascenonem, ethyl dekanoátem, propandiolem, benzaldehydem, oktanové kys. a ethyl oktanoátem.

**Čistota vůně** je pozitivně ovlivněna ethyl dekanoátem, oktanovou kys. a beta-damascenonem.

Na vyšší hodnocení **pozitivní intenzity vůně** má vliv 2-methyltetrahydrophen-3-on, isoamyl acetát a isovalerová kys. Naopak pokud byla pozitivní intenzita vůně hodnocena nízko, byl vyšší obsah ethyl dekanoátu, beta-damascenonu, propandiolu, benzaldehydu, oktanovou kys. a ethyl laktátu.

**Kvalita vůně** je v pozitivní závislosti s ethyl dekanoátem, oktanovou kys. a beta-damascenonem.

Pozitivní **čistota chuti** má závislost na ethyl dekanoátu a oktanové kys., a negativní projev na čistotu chuti byl stanoven u isovalerové kys.

Pozitivní **hodnocení pozitivní intenzity chuti** je ovlivněno 2-methyltetrathiophen-3-onem a isoamyl acetátem. Negativní hodnocení pozitivní intenzity chuti je závislé na obsahu ethyl dekanoátu a beta-damascenonu.

**Kvalita chuti** s obsahem ethyl dekanoátu, oktanové kys. a beta-damascenonu vykazují pozitivní závislost. Negativní závislost je mezi kvalitou chuti a isovalerovou kys.

Pozitivní statisticky významné korelace jsou mezi **perzistencí** a ethyl dekanoátem a beta-damascenonem. Isomáselná kys. a isovalerová kys. vykazují negativní korelace s perzistencí.

**Hodnocení celkového dojmu** vykazuje pozitivní závislost spolu s 2-methyltetrathiophen-3-onem, isoamyl acetátem. Naopak negativní závislost s benzaldehydem, beta-damascenonem, ethyl dekanoátem, propandiolem, monoethyl sukcinátem, ethyl oktanoátem a oktanovou kys.

Na **celkové bodové hodnocení - body celkem** má pozitivní vliv isoamyl acetát, cis-3-hexen-1-ol, 2-methyltetrathiophen-3-on a linalool. Negativní vliv má benzaldehyd, beta-damascenon, propandiol, monoethyl sukcinát, oktanová kys., ethyl laktát a diethyl sukcinát.

**Hodnocení profilu mohutnosti** (Tab. 45)

U **intenzity a bohatosti vůně** jsou pozitivní závislosti s isoamyl acetátem. Negativní závislosti jsou s benzaldehydem, monoethyl sukcinátem, propandiolem, ethyl laktátem, diethyl sukcinátem a beta-damascenonem.

Pozitivní vliv je mezi **intenzitou a bohatostí chuti** a isoamyl acetátem, isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem a 2-methyltetrathiophen-3-onem. Negativní vliv je mezi intenzitou a bohatostí chuti a benzaldehydem,



propandiolem, oktanovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl dekanoátem, ethyl laktátem, diethyl sukcinátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem.

**Tělo** je v pozitivní závislosti spolu s isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem, isoamyl acetátem a 4-vinylfenolem. Negativní závislost je mezi tělem spolu s benzaldehydem, oktanovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl laktátem a beta-damascenonem.

Pozitivní závislost je mezi **komplexností** a isoamyl acetátem, isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, cis-3-hexen-1-olem a 4-vinylfenolem. Negativní závislost je mezi komplexností a benzaldehydem, oktanovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl laktátem, monoethyl sukcinátem a beta-damascenonem.

Pozitivní vliv na **rovnováhu** je charakterizován isoamyl acetátem, isoamylalkoholem, 2-fenylethanolem, 1-hexanolem, cis-3-hexen-1-olem, linaloolem a 4-vinylfenolem a naopak negativní vliv benzaldehydem, oktanovou kys., ethyl isovalerátem, ethyl oktanoátem, ethyl dekanoátem a ethyl laktátem.

**Potenciál zrání** je v pozitivní závislosti na isomáselné kys., isovalerové kys., ethyl isobutyrátu a ethyl isovalerátu a negativní závislosti na 1-hexanolu, cis-3-hexen-1-olu a 2,3-butandiolu.

#### **Hodnocení aromatického profilu** (Tab. 46 a Tab. 47)

Hodnocení aromatického profilu je srovnáno s již publikovanými senzoryckými vjemy jednotlivých volatilních látek (v závorce). Z výsledků je zřejmé, že interakce jednotlivých volatilních látek se skupinou aromat aromatického profilu je záležitostí synergie těchto sloučenin.

**Květnaté aroma** vykazuje pozitivní statisticky významné korelace s 2,3-butandiolem (alkoholové), máselnou kys. (žluklý, nakládáný sýr, pot), gama-butyrolaktonem (meloun, spálená umělá hmota, sýr), linaloolem (květiny, levandule) a alfa-terpineolem (lilie). Negativní statisticky významné korelace jsou u květnatého aroma a isoamylalkoholu (whisky, slad, spálený) a ethyl isovalerátu (ovoce, sladký).  
[67, 142, 194]

Aromatický profil **bylinné** je s propandiolem (alkohol) a ethyl butyrátem (jablko, ovoce, sladký) v pozitivní statisticky významné korelaci a s isoamylalkoholem (whisky, slad, spálený) v negativní statisticky významné korelaci. [6, 121, 195]

**Tropické ovoce** vykazuje pozitivní statisticky významné korelace s linaloolem (květiny, levandule). Naopak negativní statisticky významné korelace s ethyl isovalerátem (ovoce), diethyl sukcinátem (víno, ovoce, sladký, květiny) a monoethyl sukcinátem (ovoce, květiny). [6, 109, 142, 194]

Pozitivní statisticky významné korelace jsou mezi **citrusovým ovocem** a ethyl isovalerátem (ovoce, sladký), isomáselnou kys. (žluklý, máslo, sýr), isovalerovou kys. (pot, kyselina, žluklý), oktanovou kys. (nažluklý, sýr), ethyl isobutyratem (sladký, guma, ovocný), ethyl oktanoátem (ovoce, sladký, tuk), ethyl dekanoátem (hrozny), ethyl laktátem (ovoce, sýr). Negativní statisticky významné korelace jsou u citrusového ovoce s cis-3-hexen-1-olem (zelená tráva, zeleninový) a 2,3-butandiolem (alkoholový), isoamylalkoholem (whisky, slad, spálený), 2-fenylethanolem (med, koření, růže), 1-hexanolem (dřevnatý; sladký, travnatý, květinový), gama-butyrolaktonem (meloun, spálená umělá hmota, sýr), isoamyl acetátem (banán), linaloolem (květiny, levandule) a 4-vinylfenolem (skořápka mandle). [6, 109, 142, 196, 197]

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje aromatický profil **jádrové ovoce** s ethyl isobutyratem (sladký, guma), ethyl isovalerátem (ovoce, sladký), diethyl sukcinátem (víno, ovoce, sladký, květiny). Negativní statisticky významné korelace vykazuje aromatický profil jádrové ovoce s cis-3-hexen-1-olem (zelená tráva, zeleninový), 2,3-butandiolem (alkoholový), isoamylacetátem (banán), linaloolem (květiny, levandule) a alfa-terpineolem (lilie). [6, 109, 196, 197]

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje **peckové ovoce** a isoamyl acetát (banán), 2-methyltetrahydrophen-3-on (sírnaté, bobulové ovoce), benzylalkohol (květiny, ovocné dřevo), isomáselná kys. (žluklý, máslo, sýr), isovalerová kys. (pot, kyselina, žluklý). Negativní statisticky významné korelace vykazuje peckové ovoce a propandiol (alkohol), benzaldehyd (mandle, karamel) a beta-damascenon (tropické plody a květy). [6, 121, 142, 195]

**Drobné ovoce** má závislost na benzylalkoholu (květiny, ovocné dřevo) v pozitivních statisticky významných korelacích. [107]

Pozitivní statisticky významné korelace jsou mezi **vařeným a sušeným ovocem** s 2,3-butandiolem (alkoholový), 2-fenylethanolem (med, koření, růže) a isoamyl acetátem (banán). Negativní statisticky významné korelace jsou u vařeného a sušeného ovoce s ethyl isobutyratem (sladký, guma, ovoce), benzaldehydem (mandle, karamel), isomáselnou kys. (žluklý, máslo, sýr), isovalerovou kys. (pot, kyselina, žluklý), ethyl isovalerátem (ovoce, sladký), ethyl laktátem (ovoce, sýr, sladký, květiny), diethyl sukcinátem (vino, ovoce) a beta-damascenonem (tropické plody a květy). [6, 121, 142, 195]

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje **pečené a karamelizované ovoce** a isoamylalkohol (whisky, slad, spálený), 1-hexanol (dřevnatý, sladký, travnatý, květinový), cis-3-hexen-1-ol (zelená tráva, zeleninový) a 2,3-butandiol (alkoholový). Negativní statisticky významné korelace vykazuje pečené a karamelizované ovoce a isomáselná kys. (žluklý, máslo, sýr), isovalerová kys. (pot, kyselina, žluklý), ethyl isobutyrate (sladký, guma, ovoce) a ethyl isovalerát (ovoce, sladký). [6, 109, 142, 194]

**Autolyzátové aroma** s isoamylalkoholem (whisky, slad, spálený), 2-fenylethanolem (med, koření, růže), furfurelem (chléb, mandle, sladký, karamel) a isoamyl acetátem (banán) vykazují pozitivní korelační závislost. Negativní statisticky významné korelace nalezeny mezi autolyzátovým aroma spolu s ethyl dekanoátem (hrozny) a beta-damascenonem (tropické plody a květy). [6, 121, 142, 198]

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje **kořenité aroma** a 2,3-butandiol (alkoholový) a linalool (květiny, levandule). Negativní statisticky významné korelace vykazuje kořenité aroma a isoamylalkohol (whisky, slad, spálený), isovalerová kys. (pot, žluklý) a ethyl isovalerát (ovoce, sladký). [6, 109, 196, 197]

Pozitivní statisticky významné korelace vykazuje **barikové aroma** s benzylalkoholem (květiny, ovocné dřevo). [107]

**Minerální a ostatní aroma** tvoří pouze negativní statisticky významné korelace s cis-3-hexen-1-olem (zelená tráva, zeleninový), 2,3-butandiolem (alkoholový), gama-

butyrolaktonem (meloun, spálená umělá hmota, sýr), linaloleem (květiny, levandule) a alfa-terpineolem (lilie). [6, 109, 196, 197]

## 6.4 Senzorické hodnocení

Souhrnné srovnání průměrného hodnocení (Graf 2) ukázalo, že varianta 19 °NM byla hodnocena s 82,29 body jako nelepší, dále pak varianta 21 °NM s 82,11 body a následně varianta 17 °NM s 81,49 body. Srovnání hodnocení dle cukernatosti moštu (Graf 3) ukázalo, že nejlepší hodnocenou variantou je víno při 19 °NM vyrobené klasickými kvasinkami, což následně potvrzuje i graf (Graf 4). Hellman [199] ve své studii o zralosti hroznů uvádí, že hrozny pro výrobu šumivého vína jsou sklizeny při 18° až 20° Brix.

Grafické znázornění (Graf 5) znázorňuje hodnocení vín, která jsou kategorizována dle před a po sekundární fermentaci. V grafu je patrný pozitivní statisticky průkazný rozdíl u vín po sekundární fermentaci. Pokud srovnáme pouze vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami (Graf 6), je zde patrný větší pozitivní statisticky významný rozdíl u vín vyrobených klasickými kvasinkami.

Velice zajímavá je interakce mezi perlením a šumivými víny vyrobenými imobilizovanými a klasickými kvasinkami (Graf 11). Srovnání intervalu směrodatné chyby průměru hodnocení perlení ukázalo, že hodnocení bylo prokazatelně vyšší u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek než u vín vyrobených imobilizovanými kvasinkami.

Při hodnocení jednotlivých kritérií profilu mohutnosti (Graf 12) je hodnocení vín ročníku 2011 lepší. V tomto hodnocení se zřejmě odráží charakter ročníku viz. kapitola 4.1.4 Charakteristika ročníku.

V grafu (Graf 13) je porovnání profilu mohutnosti dle cukernatosti moštu. Intenzita a bohatost vůně a potenciál zrání je nejlépe hodnocený při cukernatosti 19 °NM. Při cukernatosti 21 °NM je nejlépe hodnocena intenzita a bohatost chuti a rovnováha. Tělo a komplexnost vína je téměř stejně hodnoceno jak při cukernatosti moštu 19 °NM, tak při 21°NM. Z výsledků lze vyvodit, že víno při cukernatosti 21 °NM je chuťově

intenzivní a bohaté, v rovnováze, ale je již na svém vrcholu a nepředpokládá se u něj velký potenciál v dalším zrání, na rozdíl od vín při cukernatosti moštu 19 °NM.

Graf 14 znázorňuje hodnocení profilu mohutnosti, který je kategorizovaný dle před a po sekundární fermentaci. Z grafu je patrné, že vína po sekundární fermentaci, tedy vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami, jsou ve všech parametrech profilu mohutnosti hodnocena lépe. Graf 15 znázorňuje hodnocení profilu mohutnosti, tak jako předchozí graf, ale tento graf je kategorizován dle typu vína (základní víno, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky). V tomto grafickém znázornění můžeme vidět jednoznačnou dominanci v hodnocení profilu mohutnosti u vín vyrobených pomocí klasických kvasinek.

Graf 16 znázorňuje hodnocení jednotlivých kritérií aromatického profilu, které je kategorizováno dle ročníku. V tomto zobrazení jsou pro ročník 2010 převládající vůně jako bylinná, citrusové ovoce, jádrové ovoce a minerální a ostatní. U ročníku 2011 jsou dominantní kategorie vůní květnaté, tropické ovoce, peckové ovoce a kořenité.

U grafického znázornění aromatického profilu (Graf 17), který je kategorizovaný na vína před a po sekundární fermentaci, je možné vidět znatelné vyšší hodnocení po sekundární fermentaci u vůně peckového ovoce, drobného ovoce a autolyzátové.

U následujícího grafu (Graf 18) je znázorněno srovnání dle typu vína. U vín vyrobených pomocí klasických kvasinek je dominantní vůně peckového ovoce a autolyzátová, dále pak vůně tropického ovoce a drobného ovoce. U vín vyrobených imobilizovanými kvasinkami je mírně dominantní pouze vůně minerální a ostatní. U základních vín jsou lehce dominantní vůně jako citrusové ovoce, květnaté, jádrové ovoce a pečené a karamelizované. Již v předchozím grafu byl znatelný nárůst v hodnocení u aromatického profilu autolyzátové. V grafu (Graf 18) je znázorněn tento nárůst s rozdělením na vína vyrobená imobilizovanými a klasickými kvasinkami ve prospěch vín vyrobených klasickými kvasinkami.

Porovnání aromatického profilu kategorizovaného dle odrůd znázorňuje Graf 19. U odrůdy Tramín červený je dominantní vůně tropického ovoce, kořenitá a květnatá, u odrůdy Sauvignon bylinná vůně, u odrůdy Rulandské modré vůně peckového

ovoce, drobného ovoce, u odrůdy Rulandské bílé autolyzátová vůně a u odrůdy Ryzlink rýnský vůně citrusového ovoce, jádrového ovoce a minerální a ostatní vůně.

V grafu (Graf 20) je zřejmé, že při cukernatosti moštu 17 °NM dominovaly vůně citrusového ovoce a minerální a ostatní, při 19 °NM vůně květnaté, tropického ovoce, jádrového ovoce, peckového ovoce a při 21 °NM vůně bylinné, drobného ovoce, vařeného a sušeného ovoce, pečené a karamelizované a autolyzátové.

V znázornění krabicového grafu (Graf 21) aromatického profilu, který je kategorizován dle typu vína, je možné sledovat prokazatelný rozdíl mezi víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a mezi víny vyrobenými pomocí klasických kvasinek, a to u aromatického profilu tropického ovoce, autolyzátového aroma a výrazný rozdíl je u peckového ovoce. U aromatického profilu drobné ovoce je prokazatelný rozdíl mezi základními víny a víny vyrobenými imobilizovanými kvasinkami a je také prokazatelný rozdíl mezi základními víny a víny vyrobenými klasickými kvasinkami.

Tato korelační matice (Tab. 20) znázorňuje střední pozitivní statisticky významnou korelaci mezi hodnocením aromatického profilu autolyzátové a perlením. Následné grafické vyjádření závislosti je zobrazeno v bodovém grafu s histogramy (Graf 22).

## 7 ZÁVĚR

V porovnání s ostatními světovými oblastmi, kde se vyrábí šumivé víno, je Česká republika velmi blízká francouzské Champagni. Leží ve stejné zeměpisné šířce a půdy, na kterých se pěstuje réva vinná, obsahují v obou případech vysoké procento vápníku. Co se týká technologie, dokážou čeští vinaři vyprodukovat kvalitní surovinu a vyrobit z ní prvotřídní šumivé víno. Většina producentů používá klasickou metodu kvašení v lahvích, ve větších podnicích je možné se setkat s metodou Charmat. V České republice je produkce šumivých vín spíše okrajovou záležitostí, protože jasně převládá výroba tichých vín. Přesto mají česká šumivá vína špičkovou kvalitu a získávají ocenění na mezinárodních soutěžích.

Jak nastínila tato práce, problematika výroby šumivých vín je velice komplikovaná a zasloužila by si rozsáhlejší a dlouhodobější charakter sledování. Z analytického hlediska je překvapivý vysoký nárůst aminokyselin po sekundární fermentaci, ale jen u varianty s klasickými kvasinkami. Naopak u fenolických látek neměla fermentace zásadní vliv na prokazatelné změny v obsahu těchto látek. Volatilní látky vykazovaly změny spojené se sekundární fermentací. Některé z nich byly charakteristické svým nárůstem a některé naopak svým poklesem po sekundární fermentaci. U aminokyselin, fenolických i volatilních látek jsou zajímavé vzájemné závislosti s hodnocením, profilem mohutnosti a aromatickým profilem.

V práci byl nalezen statisticky průkazný vliv aminokyselin treonin, serin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin alanin, valin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, kyselina beta-aminomáselná, arginin a kyselina aminoadipová na aromatický profil autolyzátové, který je charakterizován jako aroma másla, briošky a droždí.

U fenolických látek nebyl prokázán rozdíl v jejich obsahu před sekundární fermentací a po sekundární fermentaci. Největší vliv obsah fenolických látek má ročník, odrůda a cukernatost moštu. Byl také prokázán negativní vliv fenolických látek (DPPH Troloxu, hydroxyskořicových kyselin, flavan-3-olů s stilbenů) na perlení šumivých vín.

U volatilních látek byly potvrzeny hypotézy, které popisují to, že některé volatilní látky jsou zastoupeny pouze u základního vína nebo se jejich koncentrace po sekundární fermentaci snižuje a jiné zase naopak jsou zastoupeny až u vín

po sekundární fermentaci nebo se jejich zastoupení o sekundární fermentaci zvyšuje. Obsah jednotlivých volatilních látek je závislý na sekundární fermentaci, odrůdě, ročníku i cukernatosti moštu.

Z hodnocení imobilizovaných a klasických kvasinek jak při sensorickém, tak i při analytickém hodnocení vyplývá jednoznačný závěr právě pro použití klasických kvasinek. Nicméně ne každý výrobce se chce zaměřit na produkci vysoce kvalitních šumivých vín, ale jde mu spíše o to, aby výsledná cena výrobku byla co nejnižší, a v tomto případě lze doporučit imobilizované kvasinky. Při použití imobilizovaných kvasinek odpadá tzv. remuage, tedy setřásání kalů do hrdla láhve, což je fyzicky i ekonomicky náročný úkon při výrobě šumivých vín vyrobených klasickou technologií v láhvi. I když jsou u vín použity imobilizované kvasinky, stále se jedná o klasickou metodu kvašením v láhvi a takto je možné šumivé víno i označit.

Z pohledu cukernatosti moštu se zdá být nejlepší varianta při 19 °NM. Tato varianta byla v průměru nejen dobře hodnocena sensoricky, ale i výsledky analytického stanovení naznačují, že právě tato cukernatost bude vyhovující, což potvrzují jak výrobci sektů v České republice, také ve Francii v oblasti Champagne.

Odrůdové složení šumivých vín je záležitostí tradice a také sensorického sladění vůně a chutě. Pro šumivá vína klasického Champagne stylu se jako nejlepší jeví odrůdy Rulandské bílé a Rulandské modré. Pro tzv. německý styl šumivých vín, tedy vín s výraznou svěžestí a kyselinou, se náramně hodí odrůda Ryzlink rýnský. Pro aromatické odrůdy, vyjma muškátových odrůd, které jsou typické pro italské Asti, se hodí i Sauvignon, jež je typický pro šumivá vína z Nového Zélandu. Své zákazníky si najde šumivé víno z aromatické odrůdy Tramín červený, které je odlišné a hlavně typické svým aroma růže a kořenitostí.

V souhrnném hledisku byl sensoricky lépe hodnocen ročník 2011, i když je třeba si všimnout nižšího hodnocení u vín vyrobených imobilizovanými kvasinkami. Z analytického pohledu měl ročník zásadní vliv na obsah aminokyselin, fenolických a volatilních látek. Bohužel nebo možná bohudík nejsme schopni klimatický charakter daného ročníku nijak zásadně ovlivnit, a proto bude ročník vždy osudem vína. To je na víně tak krásné!



## 8 SOUHRN

### Porovnání analytických a sensorických vlastností vín před a po sekundární fermentaci

Disertační práce byla zaměřena na sensorické a analytické hodnocení vín před sekundární fermentací (základní víno) a po sekundární fermentaci s pomocí imobilizovaných a klasických kvasinek.

V teoretické části je podrobně popsán proces autolýzy kvasinek a následně obecná problematika aminokyselin, fenolických a volatilních látek. Pozornost je dále věnována především problematice vlivu aminokyselin, fenolických a volatilních látek na analytické složení a zastoupení jednotlivých látek s vlivem sensorických vjemů u šumivých vín.

Sensorický vjem byl hodnocen stobodovou stupnicí a také pomocí profilu mohutnosti a aromatického profilu. Tato hodnocení byla srovnána na základě průměrných hodnot hodnocení podle kategorizačních kritérií – před a po sekundární fermentaci, podle typu vína (základní víno, vína vyrobená imobilizovanými kvasinkami a vína vyrobená klasickými kvasinkami), podle cukernatosti moštu (17, 19 a 21 °NM), dle ročníku (2010 a 2011) a dle odrůdy (Ryzlink rýnský, Rulandské bílé, Rulandské modré, Sauvignon a Tramín červený).

Pro tuto práci bylo cílem stanovit aminokyseliny, volatilní a fenolické látky u základního vína, šumivého vína vyrobeného imobilizovanými kvasinkami a šumivého vína vyrobeného klasickými kvasinkami. Všechny tyto stanovené analytické hodnoty budou srovnány a zhodnoceny dle výše uvedených kategorizačních kritérií. Následně byla data statisticky zpracována a hodnocena z hlediska jednotlivých ovlivňujících faktorů a jejich vzájemných interakcí pomocí grafického znázornění a vzájemné závislosti také pomocí Spearmanových korelací.

Hlavním cílem je mezi sebou porovnat a statisticky vyhodnotit vliv obsahu aminokyselin, volatilních a fenolických látek na hodnocení stobodovou stupnicí, profil mohutnosti a aromatický profil. Dle tohoto vzájemného porovnání analytického

a senzoričkého hodnocení byl analyzován vliv aminokyselin, volatilních a fenolických látek na senzoričkový projev a výslednou jakost šumivých vín.

V práci byl nalezen statisticky průkazný vliv aminokyselin treonin, serin, kyselina asparagová, kyselina glutamová, glycin alanin, valin, tyrozin, fenylalanin, beta-alanin, kyselina beta-aminomáselná, arginin a kyselina aminoadipová na aromatický profil autolyzátové, který je charakterizován jako aroma másla, briošky a droždí.

U fenolických látek nebyl prokázán rozdíl v jejich obsahu před sekundární fermentací a po sekundární fermentaci. Největší vliv obsah fenolických látek má ročník, odrůda a cukernatost moštu. Byl také prokázán negativní vliv fenolických látek (DPPH Troloxu, hydroxyskořicových kyselin, flavan-3-olů s stilbenů) na perlení šumivých vín.

U volatilních látek byly potvrzeny hypotézy, které popisují to, že některé volatilní látky jsou zastoupeny pouze u základního vína nebo se jejich koncentrace po sekundární fermentaci snižuje a jiné zase naopak jsou zastoupeny až u vín po sekundární fermentaci nebo se jejich zastoupení o sekundární fermentaci zvyšuje. Obsah jednotlivých volatilních látek je závislý na sekundární fermentaci, odrůdě, ročníku i cukernatosti moštu.

U senzoričkého hodnocení můžeme nalézt pozitivní statisticky významnou korelaci mezi perlením a autolyzátovým aroma u šumivých vín.

Klíčová slova:

šumivá vína, imobilizované kvasinky, klasické kvasinky, aromatický profil, profil mohutnosti, aminokyseliny, fenolické látky, volatilní látky

## 9 SUMMARY

### **Comparison of analytical and sensory characteristics of wine before and after secondary fermentation**

This thesis is focused on sensory and analytical evaluation of wines before secondary fermentation (base wine) and after secondary fermentation using immobilized and classic yeast.

The theoretical part is described in detail in the process of autolysis of yeast followed by general issues of amino acids, phenolic and volatile compounds. Attention is also paid to the issue of the influence of amino acids, phenolic and volatile compounds on the composition and analysis of individual components with the influence of sensory perception for sparkling wines.

Sensory perception will be evaluated by the hundred-point scale, and using a profile of strength and flavor profile. These evaluations will be compared on the basis of weighted average evaluation by categorization criteria - before and after the secondary fermentation, depending on the type of wine (base wine, wines produced by immobilized yeast and wines produced by classic yeast), according to the sugar content of musts (17, 19 and 21 ° NM) according to the year (2010 and 2011) and according to the variety (Riesling, Pinot Blanc, Pinot Noir, Sauvignon and Gewurztraminer).

For this work, the aim was to determine the amino acids and volatile phenolic substances at the base wine, sparkling wine produced by immobilized yeast and sparkling wine produced by classic yeast. All these analytical values will be compared and evaluated according to the above categorization criteria. Subsequently, the data was statistically processed and evaluated in terms of the various influencing factors and their interactions using the graphical representation and interdependence also used Spearmanových correlations.

The work found a statistically significant effect of amino acids threonine, serine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine, valine, tyrosine, phenylalanine, beta-alanine, beta-aminobutyric acid, arginine and aminoadipic acid to aromatic profile autolyzátové, which is characterized as flavoring butter, brioche and yeast.

For phenolics there was no evidence of a difference in their content before and after secondary fermentation. The biggest factors that impact the content of phenolic compounds is the vintage, the grape variety and the sugar content of the must. It was also found to be a negative effect of phenolic compounds (DPPH Trolox, hydroxycinnamic acids, flavan-3-ols with stilbenes) to sparkle sparkling wines.

For volatile substances, the hypothesis was confirmed that certain volatile substances are present only in the base wine, or that their concentration after secondary fermentation decreases and the others in turn are represented only by the wine after secondary fermentation or that their representation increases after secondary fermentation. The content of individual volatile compounds depends on the secondary fermentation, variety, vintage and sugar content of the must.

The main objective is to compare among themselves and statistically evaluate the effect of amino acids, volatile and phenolic compounds on the evaluation of the hundred-point scale, the profile of strength and aroma profile. According to this inter-comparison of analytical and sensory evaluation we analyzed the effect of amino acids and volatile phenolic substances on sensory manifestation and the resulting quality of sparkling wines.

In the sensory evaluation we found a positive statistically significant correlation between effervescence and autolysis aroma in sparkling wine.

Keywords:

sparkling wines, immobilized yeast, the classical yeast, aroma profile, profile cardinality, amino acids, phenolic compounds, volatile compounds

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. POZO-BAYÓN, M.Á., et al., *Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology*. Trends in Food Science & Technology, 2009. **20**(6–7): p. 289-299 ISSN 0924-2244.
2. STEVENSON, T., *World Encyclopedia of Champagne & Sparkling Wine*. 2013: Wine Appreciation Guild. ISBN 9781935879893.
3. ALEXANDRE, H. and M. GUILLOUX-BENATIER, *Yeast autolysis in sparkling wine – a review*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2006. **12**(2): p. 119-127 ISSN 1755-0238.
4. FEUILLAT, M. and C. CHARPENTIER, *Autolysis of Yeasts in Champagne*. American Journal of Enology and Viticulture, 1982. **33**(1): p. 6-13.
5. MORENO-ARRIBAS, V., E. PUEYO, and M.C. POLO, *Peptides in Musts and Wines. Changes during the Manufacture of Cavas (Sparkling Wines)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1996. **44**(12): p. 3783-3788 ISSN 0021-8561.
6. REYNOLDS, A.G., *Managing Wine Quality Vol.2 Oenology and Wine Quality*. 2010: WP Woodhead Publishing.
7. ALEXANDRE, H., et al., *Protease A activity and nitrogen fractions released during alcoholic fermentation and autolysis in enological conditions*. J Ind Microbiol Biotechnol, 2001. **26**(4): p. 235-40 ISSN 1367-5435
8. KLIS, F.M., et al., *Dynamics of cell wall structure in Saccharomyces cerevisiae*. FEMS Microbiol Rev, 2002. **26**(3): p. 239-56 ISSN 0168-6445
9. KULKARNI, P.P., *Use of non Saccharomyces yeast strains coupled with ultrasound treatments as a novel technique to accelerate aging over lees of red wines and its repercussion in sensorial parameters*. 2014.
10. DE GROOT, P.W., A.F. RAM, and F.M. KLIS, *Features and functions of covalently linked proteins in fungal cell walls*. Fungal Genet Biol, 2005. **42**(8): p. 657-75 ISSN 1087-1845
11. RAM, A.F.J., et al., *Loss of the Plasma Membrane-Bound Protein Gas1p in Saccharomyces cerevisiae Results in the Release of  $\beta$ 1,3-Glucan into the Medium and Induces a Compensation Mechanism To Ensure Cell Wall Integrity*. Journal of Bacteriology, 1998. **180**(6): p. 1418-1424 ISSN 0021-9193.
12. HIEN, N.H. and G.H. FLEET, *Separation and characterization of six (1 leads to 3)-beta-glucanases from Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Bacteriology, 1983. **156**(3): p. 1204-1213 ISSN 0021-9193.
13. KEMP, B., et al., *Effect of Production Phase on Bottle-Fermented Sparkling Wine Quality*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015. **63**(1): p. 19-38 ISSN 0021-8561.
14. LEROY, M.J., et al., *Yeast Autolysis During Champagne Aging*. American Journal of Enology and Viticulture, 1990. **41**(1): p. 21-28.
15. CARIDI, A., *New perspectives in safety and quality enhancement of wine through selection of yeasts based on the parietal adsorption activity*. Int J Food Microbiol, 2007. **120**(1-2): p. 167-72 ISSN 0168-1605.

16. GUILLOUX-BENATIER, M. and D. CHASSAGNE, *Comparison of components released by fermented or active dried yeasts after aging on lees in a model wine*. J Agric Food Chem, 2003. **51**(3): p. 746-51 ISSN 0021-8561
17. CEBOLLERO, E. and R. GONZALEZ, *Induction of Autophagy by Second-Fermentation Yeasts during Elaboration of Sparkling Wines*. Applied and Environmental Microbiology, 2006. **72**(6): p. 4121-4127 ISSN 0099-2240.
18. ANDRÉS-LACUEVA, C., et al., *Influence of Variety and Aging on Foaming Properties of Sparkling Wine (Cava)*. 1. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1996. **44**(12): p. 3826-3829 ISSN 0021-8561.
19. GLICK, D., S. BARTH, and K.F. MACLEOD, *Autophagy: cellular and molecular mechanisms*. The Journal of pathology, 2010. **221**(1): p. 3-12 ISSN 0022-3417.
20. MORENO-ARRIBAS, V. and C. POLO, *Wine Chemistry and Biochemistry*. 2008: Springer New York. ISBN 9780387741185.
21. MICHLOVSKÝ, M., *Patří víno a chemie k sobě?*. Vinařský obzor 2014. **Vinařský obzor**
22. KOUTNÍK, V., *Chemie*. 1. vyd. ed. 1995, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 203. ISBN 80-7157-143-1.
23. DARTIGUENAVE, C., P. JEANDET, and A. MAUJEAN, *Study of the Contribution of the Major Organic Acids of Wine to the Buffering Capacity of Wine in Model Solutions*. American Journal of Enology and Viticulture, 2000. **51**(4): p. 352-356.
24. DARTIGUENAVE, C., P. JEANDET, and A. MAUJEAN, *Changes in the Buffering Capacity of Model Solutions of 40 mM Tartaric or Malic Acids in Relation to Amino Acids*. American Journal of Enology and Viticulture, 2000. **51**(4): p. 347-351.
25. VOET, D. and J.G. VOETOVÁ, *Biochemie*, ed. vyd. 1995, Praha: Victoria Publishing. ISBN 80 – 85605 – 44 – 9.
26. ARDÖ, Y., *Flavour formation by amino acid catabolism*. Biotechnology Advances, 2006. **24**(2): p. 238-242 ISSN 0734-9750.
27. BAROŇ, M., *Obsah asimilovatelného dusíku v mošttech z jižní Moravy*. Vinařský obzor, 2010. **7 – 8**.: p. 372 - 375 ISSN 1212 – 7884.
28. MARTINEZ-RODRIGUEZ, A.J., et al., *Influence of the yeast strain on the changes of the amino acids, peptides and proteins during sparkling wine production by the traditional method*. J Ind Microbiol Biotechnol, 2002. **29**(6): p. 314-22 ISSN 1367-5435
29. BOZDOGAN, A. and A. CANBAS, *The effect of yeast strain, immobilisation, and ageing time on the amount of free amino acids and amino acids in peptides of sparkling wines obtained from cv. Dimrit grapes, in South African Journal of Enology and Viticulture*. 2012, South African Society for Enology & Viticulture.
30. RIBÉREAU-GAYON, P., et al., *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments*. 2006: Wiley. ISBN 9780470010389.
31. MORENO-ARRIBAS, V., et al., *Changes in the Amino Acid Composition of the Different Nitrogenous Fractions during the Aging of Wine with Yeasts*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998. **46**(10): p. 4042-4051 ISSN 0021-8561.
32. PÉREZ-MAGARIÑO, S., et al., *Multivariate analysis for the differentiation of sparkling wines elaborated from autochthonous Spanish grape varieties: volatile compounds*,

- amino acids and biogenic amines*. European Food Research and Technology, 2013. **236**(5): p. 827-841 ISSN 1438-2377.
33. TORRESI, S., M.T. FRANGIPANE, and G. ANELLI, *Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review*. Food Chemistry, 2011. **129**(3): p. 1232-1241 ISSN 0308-8146.
  34. RIBÉREAU-GAYON, P., et al., *Handbook of Enology, The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2006: Wiley. ISBN 9780470010358.
  35. MARTINEZ-RODRIGUEZ, A.J. and M.C. POLO, *Characterization of the nitrogen compounds released during yeast autolysis in a model wine system*. J Agric Food Chem, 2000. **48**(4): p. 1081-5 ISSN 0021-8561
  36. LURTON, L., *Etude de la protéolyse intervenant au cours du processus d'autolyse chez Saccharomyces cerevisiae: applications oenologiques*. 1987.
  37. AMERINE, M.A. and M.A. JOSLYN, *Table Wines: The Technology of Their Production*. 1970: University of California Press. ISBN 9780520016576.
  38. BØGEVIG, A., et al., *Direct Organo-Catalytic Asymmetric  $\alpha$ -Amination of Aldehydes—A Simple Approach to Optically Active  $\alpha$ -Amino Aldehydes,  $\alpha$ -Amino Alcohols, and  $\alpha$ -Amino Acids*. Angewandte Chemie, 2002. **114**(10): p. 1868-1871 ISSN 1521-3757.
  39. HAZELWOOD, L.A., et al., *The Ehrlich Pathway for Fusel Alcohol Production: a Century of Research on Saccharomyces cerevisiae Metabolism*. Applied and Environmental Microbiology, 2008. **74**(8): p. 2259-2266 ISSN 1098-5336.
  40. VOLLBRECHT, D. and F. RADLER, *[The formation of higher alcohols by amino acid auxotrophic mutants of Saccharomyces cerevisiae. I. The conversion of amino acids to higher alcohols (author's transl)]*. Arch Mikrobiol, 1973. **94**(4): p. 351-8 ISSN 0003-9276
  41. SCALONE, G.L., et al., *Influence of Free Amino Acids, Oligopeptides, and Polypeptides on the Formation of Pyrazines in Maillard Model Systems*. J Agric Food Chem, 2015. **63**(22): p. 5364-72 ISSN 1520-5118
  42. MORENO-ARRIBAS, M.V., et al., *Isolation and Characterization of Individual Peptides from Wine*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998. **46**(9): p. 3422-3425 ISSN 0021-8561.
  43. MORENO-ARRIBAS, M.V., E. PUEYO, and M.C. POLO, *Analytical methods for the characterization of proteins and peptides in wines*. Analytica Chimica Acta, 2002. **458**(1): p. 63-75 ISSN 0003-2670.
  44. BERTHIER, L., et al., *Isolation of Isolectins from Vitis vinifera L. Cv. Chardonnay Grape Berries*. Journal of agricultural and food chemistry, 1999. **47**(6): p. 2193-2197 ISSN 0021-8561.
  45. NUNEZ, Y.P., et al., *Effect of accelerated autolysis of yeast on the composition and foaming properties of sparkling wines elaborated by a champenoise method*. J Agric Food Chem, 2005. **53**(18): p. 7232-7 ISSN 0021-8561.
  46. BOZDOGAN, A. and A. CANBAS, *Influence of yeast strain, immobilisation and ageing time on the changes of free amino acids and amino acids in peptides in bottle-fermented sparkling wines obtained from Vitis vinifera cv. Emir*. International Journal of Food Science & Technology, 2011. **46**(6): p. 1113-1121 ISSN 1365-2621.

47. OLSEN, V., et al., *Identification and characterization of Saccharomyces cerevisiae yapsin 3, a new member of the yapsin family of aspartic proteases encoded by the YPS3 gene*. Biochemical Journal, 1999. **339**(Pt 2): p. 407-411 ISSN 1470-8728.
48. BARTOLOMÉ, B., et al., *On-Line HPLC Photodiode Array Detection and OPA Derivatization for Partial Identification of Small Peptides from White Wine*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997. **45**(9): p. 3374-3381 ISSN 0021-8561.
49. DIZY, M. and M.C. POLO, *Changes in concentration of nitrogenous compounds during fermentation of white grape musts at pilot plant scale/Cambios en la concentración de compuestos nitrogenados durante la fermentación de mosto a escala piloto*. Food Science and Technology International, 1996. **2**(2): p. 87-93.
50. ACEDO, M.I., E. PUEYO, and M.C. POLO, *Preliminary Studies on Peptides in Wine by HPLC*. American Journal of Enology and Viticulture, 1994. **45**(2): p. 167-172.
51. TODD, B.E.N., G.H. FLEET, and P.A. HENSCHKE, *Promotion of Autolysis Through the Interaction of Killer and Sensitive Yeasts: Potential Application in Sparkling Wine Production*. American Journal of Enology and Viticulture, 2000. **51**(1): p. 65-72.
52. TOMINAGA, T., G. GUIMBERTAU, and D. DUBOURDIEU, *Role of certain volatile thiols in the bouquet of aged champagne wines*. J Agric Food Chem, 2003. **51**(4): p. 1016-20 ISSN 0021-8561
53. FRANCIOLI, S., et al., *Volatile Compounds by SPME-GC as Age Markers of Sparkling Wines*. American Journal of Enology and Viticulture, 2003. **54**(3): p. 158-162.
54. THUY, P.T., et al., *Optimal Conditions for the Formation of Sotolon from .alpha.-Ketobutyric Acid in the French "Vin Jaune"*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1995. **43**(10): p. 2616-2619 ISSN 0021-8561.
55. SILVA FERREIRA, A., J.-C. BARBE, and A. BERTRAND, *3-Hydroxy-4, 5-dimethyl-2 (5 H)-furanone: a key odorant of the typical aroma of oxidative aged port wine*. Journal of agricultural and food chemistry, 2003. **51**(15): p. 4356-4363 ISSN 0021-8561.
56. BRUNO, D., *Le champagne – de la tradition à la science*. 2010: Lavoisier. ISBN 9782743019204.
57. MORENO-ARRIBAS, V., et al., *Influence of the polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines*. Food Chemistry, 2000: p. 309-317 ISSN ISSN: 0308-8146.
58. CULLERÉ, L., J. CACHO, and V. FERREIRA, *An Assessment of the Role Played by Some Oxidation-Related Aldehydes in Wine Aroma*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007. **55**(3): p. 876-881 ISSN 0021-8561.
59. VANDERHAEGEN, B., et al., *The chemistry of beer aging—a critical review*. Food Chemistry, 2006. **95**(3): p. 357-381 ISSN 0308-8146.
60. DE LA ROSA, L.A., E. ALVAREZ-PARILLA, and G.A. GONZÁLEZ-AGUILAR, *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*. . Vol. 1 st ed. 2010, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014-8300: USA: Wiley Blackwell. ISBN 978-0-8138-0320-3.
61. HARBERTSON, J.F. and S. SPAYD, *Measuring Phenolics in the Winery*. American Journal of Enology and Viticulture, 2006. **57**(3): p. 280-288.



62. FLAMINI, R., *Hyphenated techniques in grape and wine chemistry*. 2008, Chichester: England: John Wiley. ISBN 978-0-470-06187-9.
63. VERMERRIS, W. and R. NICHOLSON, *Phenolic Compound Biochemistry*. 2006, Dordrecht: Springer. ISBN 13 978-1-4020-5164-7.
64. VERMERRIS, W. and R. NICHOLSON, *Phenolic Compound Biochemistry*. 2007: Springer Netherlands. ISBN 9781402051647.
65. JACKSON, R.S., *Wine Science: Principles and Applications*. 2008: Elsevier Science. ISBN 9780080568744.
66. V., I., V. B., and STEFOVA M., *Effect on the Winemaking Practises and Aging on Pfenolic Content of Smederevka and Chardonnay Wines*. *Food Bioproces Tech.*, 2011: p. 1512 - 1518.
67. BUXADERAS, S. and E. LOPEZ-TAMAMES, *Managing the quality of sparkling wine*. V A. Reynolds, *Managing wine quality, Volume 2: Oenology and wine quality* 2010, Philadelphia, USA: Woodhead Publishing. 553-588. ISBN ISBN 9781845697983
68. VELÍŠEK, J. and J. HAJŠLOVÁ, *Chemie potravin II*. Vol. 3. Vyd. . 2009, Tábor: OSSIS. ISBN 978-80-86659-16-9.
69. SOLEAS, G.J., E.P. DIAMANDIS, and D.M. GOLDBERG, *Resveratrol: A molecule whose time has come? and gone?*. *Clinical Biochemistry*, 1997. **30**: p. p. 91-113.
70. PAVLOUŠEK, P., *Pěstování révy vinné - Moderní vinohradnictví*. . Vol. 1. vyd. 2011, Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3314-2.
71. FRAGA, C.G., *Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology*. 2010, Hoboken, N.J: Wiley. ISBN 978-0-470-28721-7.
72. UGLIANO, M. and P. HENSCHKE, *Yeasts and Wine Flavour*. V M. Moreno-Arribas, a M. Polo, *Wine Chemistry and Biochemistry*. 2009, New York, USA: Springer Sciencea Business Media. 314-374. ISBN ISBN: 978-0-387-74116-1
73. STEIDL, R., *Sklepní hospodářství*. 2010: Narodni Vinařské Centrum. ISBN 9788090320192.
74. AMERINE, M.A. and C.S. OUGH, *Chemical additions*. In *Methods for Analysis of Musts and Wines*. John Wiley and Sons: New York, 1980: p. pp 200–240.
75. JACKSON, D.I. and P.B. LOMBARD, *Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality*. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* , 1993(44): p. 409 - 430.
76. RIBÉREAU-GAYON, P. and P. MARKAKIS, ED., *The anthocyanins of grapes and wines*. In *Anthocyanins as Food Colors*. Academic Press: New York, 1982: p. pp 209–244.
77. ROBICHAUD, J.L. and A.C. NOBLE, *Astringency and bitterness of selected phenolics in wines*. *Food Agric*, 1990: p. 343–353.
78. MAZZA, G. and E. MINIATI, *Grapes*. In *Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains*, *Mazza, G., Miniati, E.,*. CRC Press: Boca Raton, 1993: p. pp 149–199.
79. FRANKEL, E.N., A.L. WATERHOUSE, and P.L. TEISSEDE, *Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins*. *J. Agric. Food Chem.*, 1995(43): p. 890 - 894.

80. GIRARD, B. and G. MAZZA, ED., *Functional grape and citrus products*. In *Functional Foods: Biochemical and Processing Aspects*, Mazza, G. Technomic Publishing Co. Inc.: Lancaster, PA, 1998: p. pp 139–191.
81. SATUÉ-GARCIA, M.T., et al., *Spanish sparkling wines (cavas) as inhibitors of in vitro human lxx-density lipoprotein oxidation*. *J. Agric. Food Chem.*, 1999(47): p. 2198 - 2202.
82. IBERN-GOMEZ, M., et al., *Browning of cava (sparkling wine) during aging in contact with lees due to the phenolic composition*. *Am. J. Enol. Vitic.*, 2000(51): p. 29 - 36.
83. CHEYNIER, V., M. MOUTOUNET, and P. SARNI-MANCHADO, *Les composés phénoliques*. In *Œnologie: Fondaments scientifiques et technologiques*, Flanzky, C., Ed., 1998. **Lavoisier: Cachan, France**,: p. pp 123–162.
84. C, B.-S., A.-L. C, and L.-R. RM, *Phenolics in white free run juices and wines from Penedès by high-performance liquid chromatography. Changes during vinification*. *J Agric Food Chem*, 1996. **44**: p. 3040 - 3046.
85. VL, S. and T. E, *White wines phenolics: varietal and processing differences as shown by HPLC*. *Am J Enol Vitic*, 1983. **34**: p. 27 - 34.
86. STEFENON, C., et al., *Antioxidant activity of sparkling wines produced by Champenoise and Charmat methods*. *Food Chemistry*, 2009: p. 12-18 ISSN ISSN: 0308-8146.
87. P, C., et al., *Synthesis of volatile phenols by Saccharomyces cerevisiae in wines*. *J Sci Food Agric*, 1993. **62**: p. 191 - 202.
88. FORNAIRON-BONNEFOND, C. and J.-M. SALMON, *Impact of oxygen consumption by yeast lees on the autolysis phenomenon during simulation of wine aging on lees*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2003. **51**(9): p. 2584-2590 ISSN 0021-8561.
89. SALMON, J., C. FORNAIRON-BONNEFOND, and J. MAZAURIC, *Interactions between wine lees and polyphenols: Influence on oxygen consumption capacity during simulation of wine aging*. *Journal of food science*, 2002. **67**(5): p. 1604-1609 ISSN 1750-3841.
90. ESCOT, S., et al., *Release of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2001. **7**(3): p. 153-159 ISSN 1755-0238.
91. PUIG-DEU, M., et al., *Quality of base and sparkling wines as influenced by the type of fining agent added pre-fermentation*. *Food Chemistry*, 1999. **66**(1): p. 35-42 ISSN 0308-8146.
92. BETÉS-SAURA, C., C. ANDRÉS-LACUEVA, and R.M. LAMUELA-RAVENTÓS, *Phenolics in White Free Run Juices and Wines from Penedès by High-Performance Liquid Chromatography: Changes during Vinification*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996. **44**(10): p. 3040-3046 ISSN 0021-8561.
93. VERNON, L.S. and J.L.C. JOHANNES, *Phenolic Browning: A Perspective from Grape and Wine Research*, in *Enzymatic Browning and Its Prevention*. 1995, American Chemical Society. p. 23-48 ISBN 0-8412-3249-0.
94. ROMERO-PÉREZ, A.I., et al., *Resveratrol and Piceid as Varietal Markers of White Wines*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996. **44**(8): p. 1975-1978 ISSN 0021-8561.

95. VIDAL, S., et al., *The polysaccharides of red wine: total fractionation and characterization*. Carbohydrate Polymers, 2003. **54**(4): p. 439-447 ISSN 0144-8617.
96. TUDELA, R., et al., *Ultrastructural changes of sparkling wine lees during long-term aging in real enological conditions*. FEMS Yeast Research, 2012. **12**(4): p. 466-476 ISSN 1567-1364.
97. ROSSI, J.A. and V.L. SINGLETON, *Contributions of Grape Phenols to Oxygen Absorption and Browning of Wines*. American Journal of Enology and Viticulture, 1996. **17**(4): p. 231-239.
98. GÜLÇİN, İ., *Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid)*. Toxicology, 2006. **217**(2-3): p. 213-220 ISSN 0300-483X.
99. CHEYNIER, V. and M. MOUTOUNET, *Oxidative reactions of caffeic acid in model systems containing polyphenol oxidase*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992. **40**(11): p. 2038-2044 ISSN 0021-8561.
100. THOMA, V., K. TAMPOURIS, and A.L. PETROU, *Kinetics and Mechanism of the Reaction between Chromium(III) and 3,4-Dihydroxy-Phenyl-Propenoic Acid (Caffeic Acid) in Weak Acidic Aqueous Solutions*. Bioinorganic Chemistry and Applications, 2008. **2008**: p. 624583 ISSN 1565-3633.
101. CHEYNIER, V.F. and M.W.J. VAN HULST, *Oxidation of trans-caftaric acid and 2-S-glutathionylcaftaric acid in model solutions*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1988. **36**(1): p. 10-15 ISSN 0021-8561.
102. SARNI-MANCHADO, P., V. CHEYNIER, and M. MOUTOUNET, *Reactions of polyphenoloxidase generated caftaric acid o-quinone with malvidin 3-O-glucoside*. Phytochemistry, 1997. **45**(7): p. 1365-1369 ISSN 0031-9422.
103. FISCHER, U. and S. TRAUTMANN, *Aromaintesivierung im Weißwein: Oenologische und sensorische Aspekte*. . Das Deutsche Weinmagazin 2001. **19**: p. 24 - 30 ISSN 0943-089X.
104. MAARSE, H. and C.A. VISSCHER, *Volatile compounds in food*. Vol. 1. 1989. ISBN 90-6743-168-0.
105. WERWITZKE, U., *Determinations of aroma compounds in grape berries ,must and wine*. . Die Winzer, 2000. **15**: p. 26 ISSN 9335-5723.
106. GUNATA Y, Z.A.K., *The aroma of Grape*. Journal of chromatography, 1985. **20**: p. 331 ISSN 0021-9673.
107. POLASKOVA, P., J. HERSZAGE, and S.E. EBELER, *Wine flavor: chemistry in a glass*. Chem Soc Rev, 2008. **37**(11): p. 2478-89 ISSN 0306-0012
108. CARRASCOS, A., R. MUÑOZ, and R. GONZÁLEZ, *Molecular Wine Microbiology*. 2011, USA: Elsevier. ISBN 978-0-12-375021-1.
109. CLARKE, J. and J. BAKKER, *Wine Flavour Chemistry*. 2004, Oxford, UK: Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-5004-0
110. RIU-AUMATELL, M., et al., *Cava (Spanish sparkling wine) aroma: Composition and determination methods*. Pharmaceutical Sciences III, 2013: p. 45 - 60 ISSN ISSN: 1520-6017
111. PAVLOUŠEK, P., *Aktuální postřehy přímo z vinice k aromatické a fenolické zralosti hroznů*. Vinařský obzor, 2005. **10**: p. 493 ISSN 1212-7884.

112. LOSCOS DEOSDAD, N., *Estudio analítico de los precursores aromáticos de las uvas y de su significación enológica*. 2009, Universidad de Zaragoza: Zaragoza, Španělsko.
113. JACKSON, R.S., *Wine Science: principles and applications 4*. 2008, Canada: Academic Press. ISBN 9780123814692.
114. LENGYEL, E., *Primary aromatic character of wines*. Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY, 2012. **16**(1): p. 3-18.
115. MATEO, J.J., *Hydrolysis of terpenyl glycosides in grape juice and other fruit juices: a review*. Applied Microbiology and Biotechnology, 2005. **67**(3): p. 322-335 ISSN 0175-7598.
116. LLUNA, A.G., *Study of the production and release of aromas during winemaking carried out by different Saccharomyces species and hybrids*. . 2011, Universidad Politécnica de Valencia: Valencia, Španělsko.
117. LOURENS, K. and P. PELLERIN, *Enzymes in winemaking*. Wineland (South Africa), 2004.
118. MARADA, P., *Identifikace aromatických látek ve víně*. 2006, Zahradnická fakulta Lednice, Mendelova univerzita v Brně: Lednice.
119. KING, A. and J. RICHARD DICKINSON, *Biotransformation of monoterpene alcohols by Saccharomyces cerevisiae, Torulaspora delbrueckii and Kluyveromyces lactis*. Yeast, 2000. **16**(6): p. 499-506 ISSN 1097-0061.
120. GANSS, S., et al., *Aroma Changes due to Second Fermentation and Glycosylated Precursors in Chardonnay and Riesling Sparkling Wines*. Journal of Agricultural and Food chemistry, 2011: p. 2524 - 2533 ISSN 0021-8561.
121. PAVLOUŠEK, P., *Výroba vína u malovinařů*. Vol. 1. 2006, Praha: Grada. ISBN 80-247-1247-4.
122. GROSCH, W., *Volatile Compounds*. V R. Clarke, a O. Vitzthum, *Coffee:Recent Developments*. 2001, Oxford: Wiley-Blackwell. 68 - 73. ISBN 978-0-632-05553-1
123. GERÓS, H., M. CHAVES, and S. DELROT, *The Biochemistry of the Grape Berry*. 2012: Bentham Science Publishers. ISBN 9781608053605.
124. MAARSE, H., *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. 1991: Taylor & Francis. ISBN 9780824783907.
125. GOODE, J., *The Science of Wine: From Vine to Glass*. 2005: University of California Press. ISBN 9780520248007.
126. ZOECKLEIN, B., *A review of methode champanonise production*. Food Chemistry, 2002. **Virginia**(Virginia Polytechnic Institute and State University).
127. VOLDŘICH, R., *Technologie šumivých vín*. 1984, Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
128. PARDONOVÁ, I., et al., *Vliv technologického postupu výroby šumivých vín na tvorbu aromatických látek* Kvasný průmysl, 1983 ISSN 0023-5830
129. MONTEDORO, G. and M. BERTUCCIOLI, *The flavours of wines, vermouth and fortified wines*. Food Flavors, 1986 ISSN 2044-7248.
130. KŘIVÁNKOVÁ, B., *Vývoj aromatických látek ve vybraných vínech dle ročníku*, in *Univerzita Tomáše Bati*. 2013: Zlín.

131. BARCENILLA, J.M., et al., *Note: Characterization of Yeast Strains on the Basis of Autolytic Activity and Volatile Compounds*. Food Science and Technology International, 2003. **9**(2): p. 95-99.
132. FLEET, G.H., *Yeast interactions and wine flavour*. Int J Food Microbiol, 2003. **86**(1-2): p. 11-22 ISSN 0168-1605
133. MARCHAND, S., G. DE REVEL, and A. BERTRAND, *Approaches to wine aroma: release of aroma compounds from reactions between cysteine and carbonyl compounds in wine*. J Agric Food Chem, 2000. **48**(10): p. 4890-5 ISSN 0021-8561
134. CHALIER, P., et al., *Interactions between aroma compounds and whole mannoprotein isolated from Saccharomyces cerevisiae strains*. Food Chemistry, 2007. **100**(1): p. 22-30 ISSN 0308-8146.
135. FEUILLAT, M., *Yeast Macromolecules: Origin, Composition, and Enological Interest*. American Journal of Enology and Viticulture, 2003. **54**(3): p. 211-213.
136. OLIVEIRA, J., et al., *Changes in Aromatic Characteristics of Loureiro and Alvarinho Wines during Maturation*. Journal Food Composition and Analysis, 2008: p. 605 - 707 ISSN 08891575
137. POZO-BAYÓN, M.A., et al., *Influence of Yeast Strain, Bentonite Addition, and Aging Time on Volatile Compounds of Sparkling Wines*. American Journal of Enology and Viticulture, 2003. **54**(4): p. 273-278.
138. RIU-AUMATELL, M., et al., *Development of volatile compounds of cava (Spanish sparkling wine) during long ageing time in contact with lees*. Food Chemistry, 2006. **95**(2): p. 237-242 ISSN 0308-8146.
139. RAPP, A. and H. MANDERY, *Wine aroma*. Experientia, 1986: p. 873 - 884 ISSN 0014-4754
140. BOSCH-FUSTÉ, J., et al., *Viability of total phenol index value as quality marker of sparkling wines, "cavas"*. Food Chemistry, 2009. **114**(3): p. 782-790 ISSN 0308-8146.
141. TOGORES, J.H., *TRATADO DE ENOLOGIA I*. 2011: Mundi-Prensa. ISBN 9788484764144.
142. TORRENS, J., et al., *Assessment of Volatile and Sensory Profiles between Base and Sparkling Wines*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010: p. 2455 - 2461 ISSN 0021-8561.
143. PUEYO, E., P.J. MARTÍN-ALVAREZ, and M.C. POLO, *Relationship Between Foam Characteristics and Chemical Composition in Wines and Cavas (Sparkling Wines)*. American Journal of Enology and Viticulture, 1995. **46**(4): p. 518-524.
144. ALEXANDRE, H. and M. GUILLOUX-BENATIER, *Yeast autolysis in sparkling wine – a review*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2006: p. 119 - 127 ISSN 1755-0238
145. VANNIER, A., O.X. BRUN, and M.H. FEINBERG, *Application of sensory analysis to champagne wine characterisation and discrimination*. Food Quality and Preference, 1999. **10**(2): p. 101-107 ISSN 0950-3293.
146. DE LA PRESA-OWENS, C., et al., *Effect of Méthode Champenoise Process on Aroma of Four V. vinifera Varieties*. American Journal of Enology and Viticulture, 1998. **49**(3): p. 289-294.

147. MAMEDE, M.E.O., H.M.A.B. CARDELLO, and G.M. PASTORE, *Evaluation of an aroma similar to that of sparkling wine: Sensory and gas chromatography analyses of fermented grape musts*. Food Chemistry, 2005. **89**(1): p. 63-68 ISSN 0308-8146.
148. RAPP, A., *Volatile flavour of wine: Correlation between instrumental analysis and sensory perception*. Food / Nahrung, 1998. **42**(06): p. 351-363 ISSN 1521-3803.
149. DOS SANTOS, A.-M., M. FEUILLAT, and C. CHARPENTIER, *Flor yeast metabolism in a model system similar to cellar ageing of the French "Vin Jaune": Evolution of some by-products, nitrogen compounds and polysaccharides*. 2015, 2015. **39**(3) ISSN 0042-7500.
150. TORRENS, J., et al., *Different commercial yeast strains affecting the volatile and sensory profile of cava base wine*. Int J Food Microbiol, 2008. **124**(1): p. 48-57 ISSN 0168-1605
151. CARIDI, A., *Enological functions of parietal yeast mannoproteins*. Antonie Van Leeuwenhoek, 2006. **89**(3-4): p. 417-22 ISSN 0003-6072
152. JIMÉNEZ MORENO, N. and C. ANCÍN AZPILICUETA, *Binding of oak volatile compounds by wine lees during simulation of wine ageing*. LWT - Food Science and Technology, 2007. **40**(4): p. 619-624 ISSN 0023-6438.
153. PÉREZ-SERRADILLA, J.A. and M.D.L. DE CASTRO, *Role of lees in wine production: A review*. Food Chemistry, 2008. **111**(2): p. 447-456 ISSN 0308-8146.
154. GARCÍA, E., et al., *Changes in Volatile Compounds during Ripening in Grapes of Airén, Macabeo and Chardonnay White Varieties Grown in La Mancha Region (Spain)*. Food Science and Technology International, 2003. **9**(1): p. 33-41.
155. COMUZZO, P., et al., *Yeast derivatives (extracts and autolysates) in winemaking: Release of volatile compounds and effects on wine aroma volatility*. Food Chemistry, 2006. **99**(2): p. 217-230 ISSN 0308-8146.
156. BOSCH-FUSTÉ, J., et al., *Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis*. Food Chemistry, 2007. **105**(1): p. 428-435 ISSN 0308-8146.
157. CAMPO, E., J. CACHO, and V. FERREIRA, *The chemical characterization of the aroma of dessert and sparkling white wines (Pedro Ximenez, Fino, Sauternes, and Cava) by gas chromatography-olfactometry and chemical quantitative analysis*. J Agric Food Chem, 2008. **56**(7): p. 2477-84 ISSN 0021-8561.
158. BLANCHARD, L., T. TOMINAGA, and D. DUBOURDIEU, *Formation of furfurylthiol exhibiting a strong coffee aroma during oak barrel fermentation from furfural released by toasted staves*. J Agric Food Chem, 2001. **49**(10): p. 4833-5 ISSN 0021-8561
159. SWIEGERS, J.H. and I.S. PRETORIUS, *Modulation of volatile sulfur compounds by wine yeast*. Appl Microbiol Biotechnol, 2007. **74**(5): p. 954-60 ISSN 0175-7598.
160. DOZON, N.M. and A.C. NOBLE, *Sensory Study of the Effect of Fluorescent Light on a Sparkling Wine and Its Base Wine*. American Journal of Enology and Viticulture, 1989. **40**(4): p. 265-271.
161. VASSEROT, Y., C. JACOPIN, and P. JEANDET, *Effect of Bottle Capacity and Bottle-cap Permeability to Oxygen on Dimethylsulfide Formation in Champagne Wines during Aging on the Lees*. American Journal of Enology and Viticulture, 2001. **52**(1): p. 54-55.

162. DUPIN, I.V., et al., *Saccharomyces cerevisiae* mannoproteins that protect wine from protein haze: their release during fermentation and lees contact and a proposal for their mechanism of action. *J Agric Food Chem*, 2000. **48**(8): p. 3098-105 ISSN 0021-8561.
163. ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A., *Molecular Biology & Biotechnology of the Grapevine*. 2013: Springer Netherlands. ISBN 9789401723084.
164. BRISSONNET, F. and A. MAUJEAN, *Identification of Some Foam-Active Compounds in Champagne Base Wines*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1991. **42**(2): p. 97-102.
165. VIDAL, S., et al., *The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium*. *Food Chemistry*, 2004. **85**(4): p. 519-525 ISSN 0308-8146.
166. LUBBERS, S., et al., *Influence of Mannaproteins from Yeast on the Aroma Intensity of a Model Wine*. *LWT - Food Science and Technology*, 1994. **27**(2): p. 108-114 ISSN 0023-6438.
167. PUEYO, E., et al., *Release of Lipids during Yeast Autolysis in a Model Wine System*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000. **48**(1): p. 116-122 ISSN 0021-8561.
168. HERNAWAN, T. and G. FLEET, *Chemical and cytological changes during the autolysis of yeasts*. *Journal of Industrial Microbiology*, 1995. **14**(6): p. 440-450 ISSN 0169-4146.
169. ATHENSTAEDT, K., et al., *Identification and characterization of major lipid particle proteins of the yeast Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of bacteriology*, 1999. **181**(20): p. 6441-6448 ISSN 0021-9193.
170. GALLART, M., et al., *Influence of fatty acids on wine foaming*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2002. **50**(24): p. 7042-7045 ISSN 0021-8561.
171. AUSSENAC, J., et al., *Purification method for the isolation of monophosphate nucleotides from Champagne wine and their identification by mass spectrometry*. *Journal of chromatography A*, 2001. **907**(1): p. 155-164 ISSN 0021-9673.
172. ZHAO, J. and G.H. FLEET, *Degradation of DNA during the autolysis of Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 2003. **30**(3): p. 175-182 ISSN 1367-5435.
173. CHARPENTIER, C., et al., *Release of nucleotides and nucleosides during yeast autolysis: kinetics and potential impact on flavor*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2005. **53**(8): p. 3000-3007 ISSN 0021-8561.
174. ZHAO, J. and G.H. FLEET, *Degradation of RNA during the autolysis of Saccharomyces cerevisiae produces predominantly ribonucleotides*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 2005. **32**(9): p. 415-423 ISSN 1367-5435.
175. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY, *Situační a výhledová zpráva. Réva vinná, víno: prosinec 2011*. 2011, Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky.
176. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY, *Situační a výhledová zpráva. Réva vinná, víno: prosinec 2012*. 2012, Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky.
177. BALÍK, J., *Vinařství:(návodů do laboratorních cvičení)*. 1998: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 8071573175.
178. MOREIRA, J., A. MARCOS, and P. BARROS, *Proficiency test on FTIR wine analysis*. *Ciência Téc. Vitiv*, 2002. **17**(2): p. 41-51.

179. LÓPEZ, R., et al., *Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection*. Journal of Chromatography A, 2002. **966**(1–2): p. 167-177 ISSN 0021-9673.
180. BUŇKOVÁ, L., et al., *Tyramine production of technological important strains of Lactobacillus, Lactococcus and Streptococcus*. European Food Research and Technology, 2009. **229**(3): p. 533-538 ISSN 1438-2377.
181. LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. and A.L. WATERHOUSE, *A direct HPLC separation of wine phenolics*. American Journal of Enology and Viticulture, 1994. **45**(1): p. 1-5 ISSN 0002-9254.
182. SINGLETON, V. and E. TROUSDALE, *White wine phenolics: varietal and processing differences as shown by HPLC*. American Journal of Enology and Viticulture, 1983. **34**(1): p. 27-34 ISSN 0002-9254.
183. PROKEŠ, K., *Senzorická analýza vína*. 2014, Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-989-6.
184. CHAMKHA, M., et al., *Phenolic Composition of Champagnes from Chardonnay and Pinot Noir Vintages*. Journal of agricultural and food chemistry, 2003. **51**(10): p. 3179 ISSN 0021-8561.
185. POZO-BAYÓN, M.Á., et al., *Study of low molecular weight phenolic compounds during the aging of sparkling wines manufactured with red and white grape varieties*. Journal of agricultural and food chemistry, 2003. **51**(7): p. 2089-2095 ISSN 0021-8561.
186. STEFENON, C.A., et al., *Phenolic composition and antioxidant activity in sparkling wines: Modulation by the ageing on lees*. Food Chemistry, 2014. **145**(0): p. 292-299 ISSN 0308-8146.
187. WEBBER, V., et al., *Effect of glutathione addition in sparkling wine*. Food Chemistry, 2014. **159**(0): p. 391-398 ISSN 0308-8146.
188. GALLARDO-CHACÓN, J.J., et al., *Changes in the Sorption of Diverse Volatiles by Saccharomyces cerevisiae Lees during Sparkling Wine Aging*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010. **58**(23): p. 12426-12430 ISSN 0021-8561.
189. DESPORTES, C., et al., *Liquid chromatographic fractionation of small peptides from wine*. Journal of Chromatography A, 2000. **893**(2): p. 281-291 ISSN 0021-9673.
190. MARTÍNEZ-LAPUENTE, L., et al., *Role of major wine constituents in the foam properties of white and rosé sparkling wines*. Food Chemistry, 2015. **174**: p. 330-338 ISSN 0308-8146.
191. PRIPIS-NICOLAU, L., et al., *Formation of flavor components by the reaction of amino acid and carbonyl compounds in mild conditions*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000. **48**(9): p. 3761-3766 ISSN 0021-8561.
192. BAUTISTA, R., E. FERNÁNDEZ, and E. FALQUÉ, *Effect of the contact with fermentation-lees or commercial-lees on the volatile composition of white wines*. European Food Research and Technology, 2007. **224**(4): p. 405-413 ISSN 1438-2377.
193. GENOVESE, A., et al., *Sensory properties and aroma compounds of sweet Fiano wine*. Food Chemistry, 2007. **103**(4): p. 1228-1236 ISSN 0308-8146.



194. KOMES, D., D. ULRICH, and T. LOVRIC, *Characterization of odor-active compounds in Croatian Rhine Riesling wine, subregion Zagorje*. European Food Research and Technology, 2006. **222**(1-2): p. 1-7 ISSN 1438-2377.
195. SCHNEIDER, R., et al., *Volatile compounds involved in the aroma of sweet fortified wines (Vins Doux Naturels) from Grenache Noir*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998. **46**(8): p. 3230-3237 ISSN 0021-8561.
196. CAPORALE, G., S. POLICASTRO, and E. MONTELEONE, *Bitterness enhancement induced by cut grass odorant (cis-3-hexen-1-ol) in a model olive oil*. Food Quality and Preference, 2004. **15**(3): p. 219-227 ISSN 0950-3293.
197. VAS, G., et al., *examination of aroma production kinetics of different commercial wine yeasts in fermenting muscat ottonel wines with the help of some head-space sampling and fast gc analysis*. Acta Alimentaria, 1999. **28**(2): p. 133-140 ISSN 0139-3006.
198. GUTH, H., *Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997. **45**(8): p. 3027-3032 ISSN 0021-8561.
199. HELLMAN, E. *How to judge grape ripeness before harvest*. in *Southwest Regional Vine & Wine Conference*. 2004.