

Vplyv rôznych metód zákvasov hroznových muštov na kvalitu vína

Diplomová práca

Vedúci diplomovej práce
doc. Ing. Mojmír Baroň, Ph.D.

Vypracoval
Bc. Ing. Michal Kacina

Lednice 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Ing. Michal Kacina**
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Řízení zahradnických technologií
Název tématu: **Vliv různých metod zátvasů révových moštů na jakost vína**
Rozsah práce: Min. 45

Zásady pro vypracování:

1. Prostudovat dostupnou literaturu.
2. Výroba vín pomocí ASVK, spontánní fermentací a připraveným zátvasem. Senzorické a analytické zhodnocení.
3. Vyhodnocení získaných dat, diskuze, doporučení pro praxi.

Seznam odborné literatury:

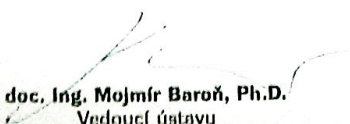
1. KUMŠTA, M. – PAVLOUŠEK, P. – KUPSA, J. Influence of terroir on the concentration of selected stilbenes in wines of the cv. Riesling in the Czech Republic. *Horticultural Science*. 2012. sv. 39, č. 1, s. 38–46. ISSN 0862-867X.
2. KUMŠTA, M. – PAVLOUŠEK, P. – KUPSA, J. Phenolic Profile in Czech White Wines from Different Terroirs. *Food Science and Biotechnology*. 2012. sv. 21, č. 6, s. 1593–1601. ISSN 1226-7708.
3. ŠRONER, P. *Způsoby hodnocení terroir ve vinicích a vínech tradičních vinařských zemí*. Bakalářská práce. Lednice: MENDELU Brno, 2013. 54 s.
4. RIBÉREAU-GAYON, P. – BRANCO, J. M. *Handbook of enology : The microbiology of wine and vinifications. Volume 1*. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. 454 s. ISBN 0-471-97362-9.
5. BAKKER, J. – CLARKE, R. J. *Wine flavour chemistry*. 2. vyd. Oxford: Wiley Blackwell, 2012. 418 s. ISBN 978-1-4443-3042-7.
6. MICHLOVSKÝ, M. *Příprava bílých vín*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. 289 s. ISBN 978-80-905319-4-9.

Datum zadání diplomové práce: prosinec 2015

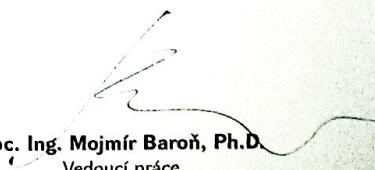
Termín odevzdání diplomové práce: květen 2017

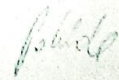
L. S.


Bc. Ing. Michal Kacina
Autor práce


doc. Ing. Mojmir Baroň, Ph.D.
Vedoucí ústavu




doc. Ing. Mojmir Baroň, Ph.D.
Vedoucí práce


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

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som prácu:

Vplyv rôznych metód zákvasov hroznových muštov na kvalitu vína

vypracoval samostatne a všetky použité zdroje a informácie uvádzam v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou Smernicou o zverejňovaní vysokoškolských záverečných prací.

Som si vedomý, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy a použitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o použití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

V Lednici dňa

Podpis

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu práce, doc. Ing. Mojmírovi Baroňovi, Ph.D., za pomoc a podporu pri tvorbe práce. Ďalej Bc. Rostislavovi Slavíkovi za umožnenie zberu školského hrozna určeného na experiment a Bc. Zdeňkovi Pavlů za podporu aktivít vykonaných s experimentom v školskej vínnej pivnici. Cenné bolo takisto senzorické hodnotenie vykonané členmi Ústavu vinohradníctva a vinárstva.

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Úvod | 8 |
| 2 | Cieľ práce | 9 |
| 3 | Literárny prehľad | 10 |
| 3.1 | Kvasinky..... | 10 |
| 3.1.1 | Rastová krivka mikroorganizmov | 13 |
| 3.2 | Fermentácia muštu..... | 15 |
| 3.2.1 | Zákvas vytvorený z aktívnych suchých vínnych kvasiniek..... | 16 |
| 3.2.2 | Vlastný zákvas | 18 |
| 3.2.3 | Spontánne kvasenie bez prídavku zákvasu | 20 |
| 3.3 | Senzorická analýza | 21 |
| 3.3.1 | Podmienky pre senzorické posudzovanie..... | 22 |
| 3.3.2 | Stupnicové metódy senzorického posudzovania..... | 22 |
| 3.3.3 | Profilové metódy | 23 |
| 3.4 | Odroda Veltlínske zelené..... | 24 |
| 3.5 | Odroda Pálava..... | 25 |
| 4 | Materiál a metódy | 26 |
| 4.1 | Dizajn experimentu | 26 |
| 4.2 | Materiál | 27 |
| 4.2.1 | Hrozno | 27 |
| 4.2.2 | Kvasinky | 28 |
| 4.2.3 | Vlastný zákvas | 28 |
| 4.2.4 | Východiskové mušty | 30 |
| 4.2.5 | Výsledné vína..... | 31 |
| 4.3 | Analytický rozbor muštu..... | 32 |
| 4.3.1 | Cukornatosť..... | 32 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.3.2 | pH | 32 |
| 4.3.3 | Titrovateľné kyseliny | 32 |
| 4.3.4 | YAN | 33 |
| 4.4 | Analytický rozbor vína | 33 |
| 4.4.1 | Voľný oxid siričitý | 33 |
| 4.4.2 | Celkový oxid siričitý | 34 |
| 4.4.3 | Analýza FT-IR analyzátorom Bruker Alpha | 34 |
| 4.5 | Senzorické hodnotenie vín | 35 |
| 5 | Výsledky | 38 |
| 5.1 | Výsledky analytického rozboru vín | 38 |
| 5.1.1 | Výsledky FT-IR analýzy | 40 |
| 5.2 | Výsledky senzorického hodnotenia vín | 42 |
| 5.2.1 | Výsledky stobodového hodnotenia vín | 42 |
| 5.2.2 | Výsledný profil štruktúry a mohutnosti vín | 43 |
| 5.2.3 | Výsledný aromatický profil vín | 45 |
| 6 | Diskusia | 48 |
| 7 | Záver | 51 |
| 8 | Súhrn a Resume | 52 |
| 9 | Zoznam použitej literatúry | 54 |

1 Úvod

Výskum ekológie a vplyvu mikroorganizmov na kvalitu vína predstavuje významnú časť z enologickej výskumnej práce vo svete. Ide o mikroorganizmy, ktoré sa do vinárstva prinesú na hrozne alebo sa vyvíjajú v mušte či víne. Výskumníci sa zameriavajú na skúmanie skladby kvasiniek vo vinohradoch ako prejav terroir, ale aj na negatívne vplyvy kontaminujúcich kvasiniek či baktérií spôsobujúcich vady a choroby vína. Enológovia sa vždy zaoberali zlepšovaním priebehu fermentácie. Skúma sa počet dominantných kmeňov kvasiniek pri spontánnej fermentácii, pôvod kvasinkovej skladby (z hrozna, prevádzky alebo vinárskeho zariadenia), zmeny kvasinkovej skladby z toho istého vinohradu medzi ročníkmi, alebo, či môže inokulácia muštov vybranými kmeňmi kvasiniek ovplyvniť prirodzenú mikroflóru kvasiniek vo vinohrade. Neustále sa identifikujú kmene kvasiniek vďaka ich špecifickým vlastnostiam pri kvasení, čo sa využíva pre ich selekciu do čistých kultúr.

Naším cieľom by malo byť zvyšovanie konkurencieschopnosti domácich vín, na čo má vplyv hlavne ich kvalita. Je zjavné, že látkové zloženie a zdravotný stav dopestovaného hrozna a ďalšie prírodné faktory ako ročník či terroir sú hlavné prvky špecifických vlastností, ktoré tvoria základ kvality vína. Medzi hlavné faktory determinujúce výslednú kvalitu vína však určite patrí aj fermentácia muštu. Táto práca pojednáva vplyv troch hlavných metód zákvasov hroznových muštov na kvalitu vína.

Ide o tri základné formy iniciácie alcoholickej fermentácie. V prvom prípade ide o spontánne kvasenie bez prídavku zákvasu. Je najrizikovejšie z dôvodu hrozby kontaminácie nežiadúcimi mikroorganizmami a výsledky sú veľmi variabilné. V druhom prípade sa pripraví vlastný zákvas, teda rozkvasený mušt z vlastného predzberu. Tu sa riziko kontaminácie eliminuje vďaka faktu, že v búrlivo kvasiacom mušte už hlavnú aktivitu prevzali saccharomycéty. V poslednom prípade ide o zákvas pripravený z komerčných prípravkov, aktívnych suchých vínnych kvasiniek. Oponenti voči tejto metóde argumentujú rizikom štandardizácie vyrábaných vín z dôvodu globálnych výrobcov takýchto prípravkov. V každom prípade je potrebné zaručiť, aby vyrobené víno odrážalo premenlivosť ročníku a charakter polohy.

Každá z troch metód má svoje plusy aj mínusy a preto je potrebné výsledné vína zanalyzovať čo do látkového zloženia ale aj senzoricky.

2 Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce bolo analyticky aj sensoricky zistiť vplyv rôznych metód zákvasu hroznového muštu na výsledné zloženie a kvalitu bieleho vína. K tomuto cieľu bolo potrebné:

- Preštudovať dostupnú literatúru.
- Vyrobiť vína tromi metódami zákvasu a to pomocou aktívnych suchých vínnych kvasiniek, spontánnou fermentáciou a pripraveným vlastným zákvasom.
- Vhodnotiť získané analytické a sensorické údaje, navrhnúť doporučenia pre prax.

Bol očakávaný vplyv metódy zákvasu na výsledné víno z toho istého východiskového muštu kvôli významnému vplyvu fermentácie na charakter vína.

3 Literárny prehľad

3.1 Kvasinky

Kvasinky sa vyskytujú predovšetkým na ovocí, cukornatých potravinách, v kvetových nektároch, v pôde, vo vzduchu, v črevách ľudí a zvierat, aj pri niektorom hmyze (napr. včelách). Majú význam v potravinárskom priemysle pri výrobe alkoholických nápojov, pekárskom a krmnom droždí (Tůma 2015a).

Na hrozne sú rozmiestnené nerovnomerne. Malé množstvo je na listoch, stonke a nezrelých bobuliach. Vo väčšom osídľujú povrch bobúľ počas ich dozrievania (pri vinobraní ich je na jednej bobuli 10^3 až 10^5). Všeobecne sa nachádzajú okolo prieduchov, ktoré osídľujú spolu so spórmi plesní a baktérií. Na počet kvasiniek na bobuli vplýva priamoúmerne teplota, nepriamoúmerne intenzita ošetrovania pesticídmi. V mušte sa ich nachádza približne $10^9 \cdot l^{-1}$ (Ribéreau-Gayon 2006).

Kvasinky sú heterotrofné (ako zdroj uhlíku využívajú organické látky nachádzajúce sa v prostredí) eukaryotické organizmy radené medzi huby (*Fungi*), netvorí však jednotnú taxonomickú skupinu, skôr sa jedná o skupinu funkčnú. Sú to mikroskopické huby s omnoho širším zastúpením organizmov, než ako ich predstavujú pravé kvasinky – saccharomycéty. Ich názov je odvodený od schopnosti kvasiť monosacharidy, popr. aj niektoré disacharidy, za tvorby etanolu a oxidu uhličitého. Väčšina z nich sa rozmnožuje pučaním, ale niektoré sa delia priehradkami. Ďalšia skupina vytvára nepravé hyfy – pseudomycélia alebo pravé mycélium (podhubie). Kvasinky patriace medzi askomycéty sú schopné tvoriť askospóry vo vreckách (askách). Nazývajú sa preto askosporogénne alebo tiež pravé kvasinky a reprezentuje ich najdôležitejší a najrozsiahlejší rod *Saccharomyces*. Kvasinky, u ktorých nie je známa tvorba pohlavných spór, sa označujú ako asporogénne, anaskogénne alebo nepravé kvasinky, ich najrozsiahlejším rodom je *Candida* (Tůma 2015a).

Kvasinky rastúce v optimálnych podmienkach sa rozmnožujú iba vegetatívne a to pučaním. Pri ňom sa na materskej bunke vytvára púčik, ktorý sa postupne zväčšuje a dochádza k fragmentácii bunkových organel a časť sa sťahuje do púčika. Rod *Saccharomyces* pučí multipolárne, púčik môže vznikáť na ktoromkoľvek mieste povrchu bunky, nikdy nie na rovnakom mieste (Tůma 2015a).

Kvasinky sú citlivé na konfiguráciu molekuly zkvasovaného sacharidu. Z aldohexóz sú skvasiteľné d-glukóza, d-mannóza a d-galaktóza, z ketohexóz d-fruktóza. Ich optické antipódy (l-hexózy) zkvasované nie sú (Mateiciucová 2010).

Najviac kvasiniek je prítomných na sladkých plodoch a ich mikroflóra môže byť značne variabilná. Existujú rozdiely na úrovni odrôd, mikroflóra modrých odrôd je tvorená hlavne rodom *Metschnikowia* sp. a na bielych odrodách je hojne zastúpený rod *Kloeckera* sp. Samozrejme sú prítomné kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* (Mateiciucová 2010), avšak na hrozne vo vinohrade nepredstavujú dominantný rod (Guzzon et al. 2011).

Mikroflóra na hrozne je ovplyvňovaná faktormi ako nadmorská výška, klimatické podmienky, odroda, agrotechnika (hnojenie, postreky, závlaha, zelené práce), fenofáza, zdravotný stav hrozna a riadením odpadov vinárstva (Pretorius 2000). Obdobie zamäkkania hrozna je prelomovým bodom, odkedy sa výrazne mení skladba jeho mikroflóry. Dominanciu získavajú fermentatívne kvasinky. Populácia kulminuje na konci dozrievania (Renouf et al. 2005).

V podobnej zemepisnej šírke (Mosela) ako sa nachádza aj náš región boli na hrozne nájdené hlavne kvasinky *Metschnikowia viticola*. Medzi novo objavené patria *Curvibasidium pallidicorallinum* a *Filobasidium floriforme* (Brysch-Herzberg a Seidel 2015). Na hrozne odrody Veltlínske zelené zo slovenského Strekova boli nájdené hlavne kvasinky *Hanseniaspora uvarum*, v menšom zastúpení to boli *Saccharomyces* sp., *Metschnikowia pulcherrima*, *Candida zemplinina*, *Cladosporium cladosporioides*, *Pichia anomala*, *Candida railenensis*, *Cryptococcus magnus* a *Metschnikowia viticola* (Brežná et al. 2010). Rozdiely v skladbe mikroflóry sú však už v malom meradle, od vinohradu k vinohradu (Le Jeune et al. 2006).

Vo vinárstve sa využívajú kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, približne 30 ich kmeňov (Ribéreau-Gayon 2006), ale aj celá rada ďalších divokých, apikulátnych kvasiniek. Zaujímavou sa javí kvasinka *Torulasporea delbrueckii*, ktorá podporuje vznik aromatických látok v počiatočnej fáze alkoholového kvasenia. Nie je odolná voči alkoholu a preto je nutná jej kombinácia so *Saccharomyces cerevisiae*. Mnohé kvasinky sú tiež pôvodcami chorôb vína, napríklad *Dekkera* sp. alebo *Brettanomyces* sp. (Mateiciucová 2010). Boli identifikované kvasinky *T. delbrueckii*, ktoré dokážu dominovať aj nad autochtónnymi saccharomycétami. Výsledné červené vína majú už ako mladé komplexnejšiu arómu s tónmi sušeného ovocia. Je to aj vďaka podpore mliečnych baktérií, keďže nedominovali saccharomycéty (Ramírez et al. 2016).

Všeobecne bolo identifikovaných 590 druhov kvasiniek, avšak iba 15 z nich sa vyskytuje na bobuliach hrozna (Ribéreau-Gayon 2006). Medzi dôležité rody popri rode *Saccharomyces* z podčel'ade *Saccharomycetoideae* patria rody (Weber 1984):

- *Schizosaccharomyces* z podčel'ade *Schizosaccharomycetoideae*
- *Saccharomyces*, *Hanseniaspora* z podčel'ade *Nadsonioideae*
- *Debaryomyces*, *Dekkera*, *Hansenula*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces*, *Torulasporea* z podčel'ade *Saccharomycetoideae*
- *Metschnikowia* z čel'ade *Spermophthoraceae*
- *Brettanomyces*, *Candida*, *Kloeckera*, *Rhodotorula* z čel'ade *Cryptococcaceae*

Do rodu *Saccharomyces* patria nasledujúce druhy, ktoré zkvasujú sacharózu: *S. cerevisiae*, *S. bayanus*, *S. capensis*, *S. chevalieri*, *S. coreanus*, *S. diastaticus*, *S. heterogenicus*, *S. inusitatus*, *S. steineri* a *S. uvarum* (Yarrow a Nakase 1975). Tieto druhy vykazujú rôzne vlastnosti pri kvasení (optimálna teplota, tolerancia k etanolu alebo cukrom a pod.).

Táto veľká taxonomická variabilita podmieňuje technologické vlastnosti pri výrobe vína. Kvasinková skladba v mušte má vplyv na rýchlosť fermentácie, zloženie a množstvo sekundárnych metabolitov a aromatický charakter vína (Ribéreau-Gayon 2006).

Na hrozne sa nachádzajú hlavne striktné oxidatívne metabolizujúce kvasinky rodu *Rhodotorula* a apikulátne kvasinky citlivé na etanol z rodov *Kloeckera* a *Hanseniaspora*. V podstatne menšom zastúpení sú to rody *Metschnikowia*, *Candida*, *Pichia* a *Hansenula*. Najmenej je tu kvasiniek z rodu *Saccharomyces*. Kvasinky sú schopné prežiť vo vinárstve na stenách, podlahách a technologickom vybavení (Ribéreau-Gayon 2006). Vnútri nádob a na vybavení vinárstva bolo nájdených rádovo $10^6 \cdot \text{m}^{-2}$ saccharomycét (Guzzon et al. 2011). Pri spontánnom kvasení postupne kvasinky rodu *Saccharomyces* začnú dominovať a to kvôli anaeróbnemu prostrediu, šíreniu muštu (až do $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), koncentrácií cukrov a nárastu koncentrácie alkoholu (Ribéreau-Gayon 2006). Dominancia saccharomycét je aj vďaka preukázanej významnej inokulácii muštu z povrchu nádob a vinárskeho zariadenia, nakoľko saccharomycéty sú veľmi dobre prispôsobené pivničným podmienkam (Guzzon et al. 2011). Odkalenie muštu výrazne znižuje množstvo kvasiniek prirodzene obsiahnutých na bobuliach a to z počtu 10^9 na 10^7 až $10^8 \cdot \text{l}^{-1}$ muštu (Ribéreau-Gayon 2006).

Saccharomyces cerevisiae pri kvasení čiastočne znižujú koncentráciu kyseliny jablčnej v mušte (10-25 %). Faktormi sú kmeň kvasiniek, celkové množstvo kyseliny jablčnej a pH muštu, pričom pri nižšom pH sa odbúra viac. *Schizosaccharomyces* odbúravajú všetku kyselinu jablčnú. Taxonomická skladba kvasiniek vplyva na tvorbu vyšších alkoholov pri kvasení, vysokú produkciu má druh *Hansenula anomala* (Ribéreau-Gayon 2006).

Koncentrácia niektorých stilbénov (hlavne trans-resveratrolu) je indikátorom pre rozlíšenie lokality (terroir) pôvodu hrozna (Kumšta et al. 2012a). Ďalej bolo preukázané, že tak slúžia aj koncentrácie hydroxycinnamátov a flavan-3-olov (Kumšta et al. 2012b). Skladba mikroflóry osídľujúcej daný vinohrad môže takisto slúžiť ako rozlišujúci faktor špecifickosti daného terroir.

Fytosanitárne zásahy vo vinohrade (postreky) ovplyvňujú skladbu kvasiniek na bobuliach hrozna. Vinohrady ekologického poľnohospodárstva vykazujú väčšiu kvantitu a variabilitu mikroflóry na hrozne v porovnaní s konvenčne obhospodávanými (Cordero-Bueso et al. 2011). Hlavným faktorom na to vplyvujúcim sú dávky medi (Martins et al. 2014).

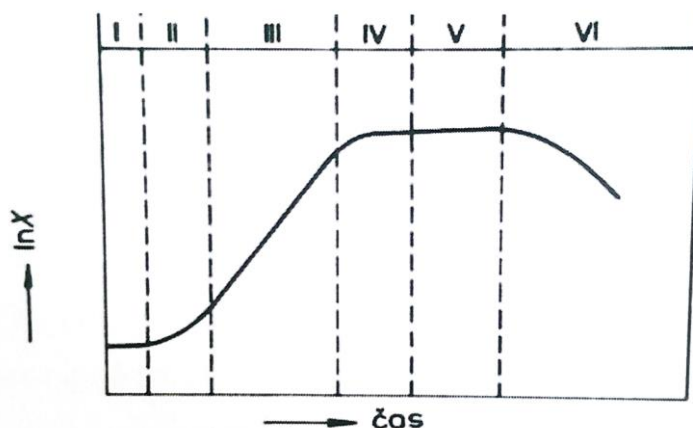
Autochtónne kvasinky neustále podliehajú výskumu. Celosvetovo sa izolujú a identifikujú ich nové kmene alebo sa tvorí obraz o ich skladbe v daných regiónoch (Ilieva et al. 2017).

3.1.1 Rastová krivka mikroorganizmov

V uzavretom systéme (statická kultivácia) prebieha rast populácie v charakteristických fázach vzostupu a nakoniec aj zostupu z dôvodu vyčerpania živín v prostredí rozmnožujúcich sa buniek a inhibičného pôsobenia produktov vlastného metabolizmu. Počiatočný pomalý rast je vystriedaný veľkou rýchlosťou rastu, až po určitom zlome nastáva úbytok počtu mikroorganizmov. Proces sa dá charakterizovať rastovou krivkou (Obr. 1), ktorá má nasledujúce fázy rastu (Tůma 2015b):

- **Lag-fáza** (prípravná, adaptačná) je počiatočná fáza, kedy bunky nepribúdajú, nerozmnožujú sa, ale zväčšujú svoj objem a aktivuje sa ich enzýmový systém pre využitie substrátu.
- **Fáza zrýchleného rastu** (akceleračná) je prechodná fáza, kedy sa bunky prispôbené novému prostrediu začínajú množiť zvyšujúcou sa rýchlosťou a so skracujúcou sa generačnou dobou.

- **Exponenciálna fáza** (logaritmická) je fáza intenzívneho a pravidelného rastu. Bunky majú najkratšiu generačnú dobu, ktorá je po celú dobu fázy konštantná. Počet buniek rastie exponenciálne s časom. Metabolizmus je veľmi aktívny, process ešte nie je limitovaný nedostatkom živín a úbytok odumieraním je minimálny.
- **Fáza spomaleného rastu** (deklinačná) je charakteristická postupne klesajúcou rýchlosťou rozmnožovania.
- **Stacionárna fáza** nastáva pri vyčerpaní niektorej živiny alebo pri náraste koncentrácie toxického metabolitu nad určitú hranicu, kedy dochádza k zastaveniu rastu bunkovej populácie. Počet buniek sa nemení.
- **Fáza postupného odumierania.** Bunky sa už skoro vôbec nemnožia, odumierajú a ich koncentrácia v čase klesá. Koncentrácia živín je v podlimitnom množstve a dochádza k odbúravanju zásobných látok bunky.



Obr. 1 Fázy rastovej krivky populácie mikroorganizmov; I – lag fáza, II – fáza zrýchleného rastu, III – exponenciálna fáza, IV – fáza spomaleného rastu, V – stacionárna fáza, VI – fáza postupného odumierania.

Zdroj: Tůma 2015b.

Počiatkové štyri fázy rastovej krivky trvajú dva až päť dní a počet kvasiniek sa zvýši na 10^{10} až 10^{11} buniek na jeden liter. Piata stacionárna fáza trvá okolo osem dní. Počas fázy postupného odumierania sa zníži populácia na 10^8 buniek na jeden liter a môže trvať niekoľko týždňov (Lafon-Lafourcade 1983).

3.2 Fermentácia muštu

Alkoholické kvasenie je veľmi zložitý biochemický dej rozkladu cukru v mušte na etanol a oxid uhličitý. Je vykonávaný kvasinkami, mikroskopickými hubami, ktoré žijú s ostatnými mikroorganizmami na povrchu bobúľ hrozna. Odtiaľ a druhotne z povrchu nádob sa dostávajú do muštu. Na začiatku kvasenia spôsobí veľké množstvo mikroorganizmov rozklad látok v mušte, neskôr prevládnu kvasinky. Pri alkoholickom kvasení vzniká z 18 kg cukru 8,1 kg oxidu uhličitého. Etanol na mikroorganizmy pôsobí toxicky a vyššou hladinou etanolu je víno konzervované. Časť etanolu sa počas spracovania vína odparuje a časť sa mení chemicky na aromatické látky. Vedľajšími produktami kvasenia sú glycerol, kyselina mliečna, kyselina octová a vyššie alkoholy (Pelikán et al. 2004).

Kvasinky najlepšie kvasia pri teplote 20-30 °C. Z hľadiska úniku vonných látok z vína sú tieto teploty nevhodné a mali by sme riadiť kvasný proces tak, aby teplota muštu nepresiahla 20 °C. Dosiahneme to vetraním v noci, odkalením a prisírením muštu alebo aktívnym chladením kvasiaceho muštu (Pelikán et al. 2004).

Teplota kvasiaceho muštu má vplyv aj na ekológiu kvasiniek v mušte. Jednotlivé kmene kvasiniek sú adaptované na iné teploty v rozsahu 10-30 °C. A tak výsledná skladba dominantne kvasiacich kvasiniek závisí nielen na prinesenej mikroflore z vinohradu, ale aj na teplote kvasenia, ktorá niektorým kmeňom vyhovuje a naopak (Fleet 1993).

Apikulátne kvasinky sú pomerne dobre odolné voči síreniu muštu (Fleet 1993). Avšak prisírenie muštu a inokulácia vybranými kmeňmi kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* znamená dobrú ochranu proti mikrobiálnej kontaminácii (Ribéreau-Gayon 2006). Apikulátne kvasinky (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*) sú však citlivejšie na sírenie ako saccharomycéty, čo potvrdzuje vhodnosť adekvátneho prisírenia muštu (Romano et al. 1992).

Na kvalitu vína má vplyv obsah kvasinkami asimilovateľného dusíka v mušte (Yeast Assimilable Nitrogen YAN). Ide o sumu primárnych aminokyselín a amónnych iontov a vyjadruje sa v mg.l⁻¹. Prídavok YAN do muštu s jeho nedostatočným obsahom zlepšuje rast kvasiniek, arómu vína a znižuje riziko prípachov (Carrau et al. 2008, Carrau et al. 2010). Optimálny obsah YAN závisí od cukornatosti muštu, pri 20 °NM je to 200 a pri 25 °NM 300 mg.l⁻¹ (Bisson a Butzke 2000).

Adekvátne a dostačujúca inokulácia (či už vlastným zákvasom alebo s použitím aktívnych suchých vínnych kvasiniek) muštu kvasinkami je v dávke 10⁹ buniek na jeden liter muštu (Ribéreau-Gayon 2006, Carrau et al. 2010).

3.2.1 Zákvas vytvorený z aktívnych suchých vínnych kvasiniek

Stále viac sa uplatňujú zákvasy čistými kultúrami kvasiniek. Prvý komerčný preparát na trhu bol v roku 1965 (Borneman 2016). Môžeme ich kúpiť buď ako suspenziu alebo ako aktívne suché vínne kvasinky (ASVK), ktoré je možné použiť až dvanaásť mesiacov od výroby. Pred použitím sa nechajú oživiť v desaťnásobnom množstve zmesi vlažnej vody a muštu s teplotou do 35 °C a po polhodine sa pridajú do muštu po odkalení. Vznikne tak 70-84 % živých buniek (Benucci et al. 2016). Zákvas sa používa v objeme 1-5 % muštu, v dávke 10-20 g ($1-2 \cdot 10^{-2}$ kg) ASVK na sto litrov muštu a to okamžite po odkalení. Tak sa rýchlo potlačí činnosť škodlivej mikroflóry (apikulátmych kvasiniek) a zaistí sa hlboké a rýchle prekvasenie. Sledované kvasinky majú taktiež nižšiu produkciu nežiadúcich látok. V poslednej dobe sa uplatňujú s úspechom zmesi čistých kultúr, z ktorých prevládne ten kmeň kvasiniek, ktorému zloženie muštu najlepšie vyhovuje. Predávajú sa kvasinky, ktoré hlboko prekvášajú mušty až do 17-18 obj. % alkoholu, ďalej kmene vhodné na kvasenie šumivých vín, ktoré vytvárajú krupičkovité kaly, kvasinky chladnomilné, kvasiace pri nižších teplotách a konečne kvasinky sulfítové, ktoré kvasia aj silnejšie zasírené mušty. Jeden gram ASVK stačí zakvasiť desať litrov muštu, ktorým je možné ďalej infikovať až stonásobný objem (Pelikán et al. 2004).

Medzi výhody použitia ASVK patria (Ribéreau-Gayon 2006):

- Schopnosť zkvasiť mušty s veľmi nízkou turbiditou od 100 NTU
- Nižšia produkcia prchavých kyselín (kyselina octová)
- Nízka produkcia vinylfenolov vďaka nízkej aktivite cinnamátdekarboxylázy
- Zvýraznenie odrodovej arómy
- Obohatenie arómy neutrálnych odrôd o estery vyšších alkoholov (kmeň 71B)
- Spoľahlivé a kompletne prekvasenie
- Reprodukateľná kvalita vína
- Rýchla príprava zákvasu
- Variabilita prípravkov na trhu
- Skladovateľnosť okolo jedného roka

Nevýhodou použitia ASVK je nutná opatrnosť pri ich výbere vzhľadom k charakteru vyrábaného vína. Aróma vína by mala odrážať ročník a terroir. Správny výber ASVK tieto špecifiká nezakrýva, ale zdôrazňuje. Je nežiadúce zvýrazniť len

jednu zložku arómy alebo inak skresliť aromatický prejav vína. Extrémnym prípadom neuváženého používania ASVK by bola štandardizácia sensorického charakteru vín (Ribéreau-Gayon 2006). Existujú štúdie, ktoré hľadajú optimálny kmeň kvasiniek k danej odrode a lokalite (Wondra a Berovič 2001).

Väčšina komerčných ASVK reprezentuje inbrednú populáciu, ktorá obsahuje malú genetickú variabilitu v porovnaní s diverzitou, ktorú poskytuje celý druh *Saccharomyces cerevisiae*. Ďalší vývoj by teda mal viesť väčšiu variabilitu pre zvýšenie genetickej a fenotypovej diverzity (Borneman 2016).

Štúdium spätného osídľovania vinohradov selektovanými ASVK pochádzajúcich zo zákvasov použitých v prilahlých vinárstvách preukázalo, že približne 7 % kmeňov vo vinohrade sú ASVK, 94 % z nich sa nachádzalo v najbližšej vzdialenosti (10 až 200 metrov) od vinárstva, ASVK kmene preukazovali ročníkovú variabilitu podobne ako autochtónne kvasinky (Valero et al. 2005).

Existuje veľká snaha zachytiť a umožniť komerčne reprodukovať skladbu autochtónnych kvasiniek známych svetových lokalít, ktoré vynikajú kvalitou vína. Ide o dosiahnutie symbiôzy medzi bezpečným zákvasom s použitím ASVK a zachovaním charakteristiky terroir (Capece et al. 2012). Iný názor však popiera možnosť zachytenia celkovej komplexity autochtónnej mikroflóry pri jej selekcii (Sannino et al. 2013).

Pri vyšších dávkach ASVK $2 - 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ kg.l}^{-1}$ (20-25 g.hl⁻¹) sa znižuje riziko pomalého alebo zastaveného dokvášania, ale zvyšuje sa riziko vyššej koncentrácie prípadov (Ribéreau-Gayon 2006). Pri použití ASVK je dôležitá hygiena vinárskej prevádzky, aby nedošlo k inokulácii muštov inými neželanými rodmi a kmeňmi kvasiniek (Bakker a Clarke 2012).

Pri použití ASVK je potrebné vyhnúť sa prípadným antagonistickým vzťahom s mikroflórou v mušte nakoľko hrozí uviaznutie fermentácie. Zákvas vytvorený z ASVK musí byť životaschopnejší a aktívnejší ako kvasinky v mušte, ktoré sa inhibujú správnou hygienou v prevádzke, dostatočne nízkou teplotou spracovania a šírením muštu (Ribéreau-Gayon 2006).

Zákvasy vytvorené z ASVK úplne neinhibujú divoké kvasinky v mušte, udeje sa tak až po niekoľkých dňoch po inokulácii. Zákvas tak zápasí nie len s nesaccharomycétami, ale aj so saccharomycétami z hrozna, ktoré sú na začiatku lepšie prispôsobené prostrediu muštu (Barrajón et al. 2011). Existuje hypotéza, že saccharomycéty môžu metabolicky interagovať a pri zmiešanej inokulácii modifikovať produkty fermentácie tým, že produkt jedného kmeňa je substrát iného a pod. Dôkazom toho je, že vytvorená aroma vína sa nedá dosiahnuť zmiešaním vín

vytvorených samostatne danými kmeňmi (Capece et al. 2013). Túto hypotézu podporujú aj výsledky experimentov s druhom *Candida stellata* (Soden et al. 2000).

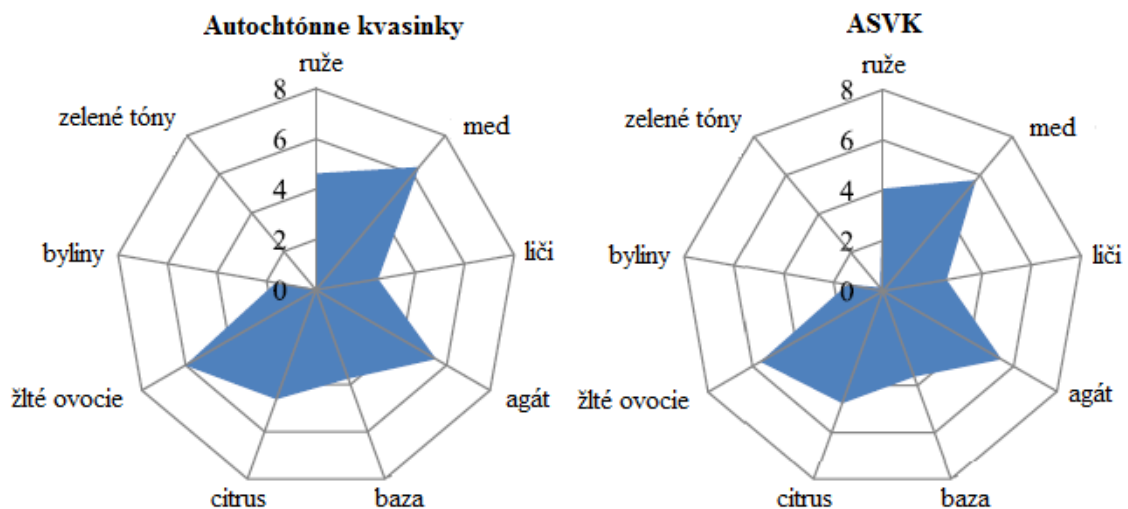
3.2.2 Vlastný zákvas

Zakvášanie muštu pomocou vlastného zákvasu bolo v minulosti veľmi rozšírené. Predzberom sa získa mušt, ktorý sa silno zasíri dávkami oxidu siričitého až 100 mg.l^{-1} z dôvodu inhibície nežiadúcich apikulátnych kvasiniek a podpory rastu saccharomycét (Ribéreau-Gayon 2006, Michlovský 2014). Mušt sa nechá spontánne rozkvasiť a vo fáze búrlivého kvasenia sa pridáva ako zákvas do ďalších muštov. Mušty zakvasené vlastným zákvasom v porovnaní s ASVK vykazujú väčšiu variabilitu aromatických látok (Varela et al. 2009). Rôzne rody a kmene kvasiniek obsahujú rovnaké enzýmy, ale rôznosť ich vzájomných proporcií a katalytických aktivít poskytuje variabilitu tvorenej aromaticky (Bakker a Clarke 2012).

Citlivosť na etanol v kvasiacom mušte limituje pôsobenie nesaccharomycét na prvé dva až tri dni, pretože pri koncentráciách etanolu nad 5-6 objemových % sa ich rast výrazne znižuje (Kunkee 1984). Inhibícia rodu *Kloeckera* nastáva už pri 3-4 objemových % etanolu v mušte (Bakker a Clarke 2012). V takých podmienkach prevezmú hlavnú aktivitu saccharomycéty, ktoré sú tolerantnejšie k etanolu (Fleet 1993). Počiatočná prevaha nesaccharomycét, nástup saccharomycét v polovici a ich prevaha na konci kvasenia sa potvrdili aj pri skúmaní mikroflóry v rôznych fázach kvasenia muštu odrody Veltlínske zelené zo Slovenska (Kraková et al. 2012).

Pri vlastnom zákvase je dostratočné pridať ho 1-2 % z objemu zakvášaného muštu, nakoľko rozkvasený vlastný zákvas má rádovo 10^{11} živých kvasiniek na jeden liter (Ribéreau-Gayon 2006).

Pri použití vlastného zákvasu vplýva na kvalitu vína zloženie autochtónnych kvasiniek vo vinohrade. Bolo dokázané, že mušt zakvasený autochtónnymi kvasinkami v porovnaní s komerčnými ASVK vykazoval lepšie senzorické vlastnosti (odrodovejšia a komplexnejšia aróma) pri použití autochtónnych kvasiniek (Obr. 2) (Furdíková et al. 2014).



Obr. 2 Aromatické profily Tramínu červeného pri použití autochtónnych kvasiniek a ASVK.
Zdroj: Furdíková et al. 2014.

Analýza rozptylu základných analytických hodnôt ukázala na hladine významnosti $p < 0,001$ významné rozdiely v štyroch z piatich ukazovateľov (zbytkový cukor, etanol, celkový extrakt a celkové kyseliny). Podobne tomu bolo aj pri analýze aromatických látok. Iba hodnoty celkových prchavých kyselín navykazovali významný rozdiel (Furdíková et al. 2014).

V posledných rokoch sa zvyšuje záujem o použitie zmesi nesaccharomycét spolu so saccharomycétami v jednom zákvas. Takýto „multi-zákvas“ stimuluje prirodzenú fermentáciu, zvyšuje komplexitu arómy, ale znižuje riziko spontánneho kvasenia. V takýchto zákvasoch však môžu prebiehať neznáme a nežiadúce interakcie medzi kvasinkami a kvalita vína je ťažšie predvídateľná. Bolo zistené, že *Candida zemplinina* produkuje veľa terpénov a laktónov, *Metschnikowia pulcherrima* má synergický efekt na vyššiu aromaticku v multi-zákvas spolu so *Saccharomyces cerevisiae*, opačný efekt má so saccharomycétami *Candida zemplinina*, bez rozdielu je to pri párovaní saccharomycét spolu s *Torulasporea delbrueckii* (Sadoudi et al. 2012).

Bolo dokázané, že jednotlivé regióny majú špecifickú skladbu mikroflóry a tak vytvárajú identitu vína. Je preto dôležité udržiavať biodiverzitu aj na mikroúrovni (Knight et al. 2015). Príkladom môže byť burgundský apelačný systém, ktorý kladie dôraz na jedinečnosť a originalitu vín z tohto regiónu (Šroner 2013). Táto diverzita môže mať v budúcnosti ekonomický potenciál, pretože industrializované poľnohospodárstvo zapríčinilo jej výraznú redukciu. Ešte stále je možné nájsť malé oblasti, kde prevláda tradičné vinárstvo, ktoré sú zdrojom veľkého množstva rôznych rodov a kmeňov (Di Maio et al. 2012).

3.2.3 Spontánne kvasenie bez prídavku zákvasu

Pri spontánnom kvasení sa aktivita kvasiniek obsiahnutých v mušte začína veľmi skoro a to pár hodín po naplnení do kvasnej nádoby. Apikulátne kvasinky (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*) sú najčastejšie sa vyskytujúce rody. Aeróbne rody (*Candida*, *Pichia*, *Hansenula*) sa môžu takisto vyvinúť produkujúc kyselinu octovú a etylacetát. Rod *Brettanomyces* je v mušte zriedkavý (Ribéreau-Gayon 2006). Rod *Candida* sa nachádza hlavne v napadnutom hrozne a rody *Hansenula* a *Pichia* osídľujú vinársku prevádzku (Bakker a Clarke 2012). Medzi ďalšie patria *Rhodotorula*, *Issatchenkia*, *Debaryomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Torulasporea*, *Schizosaccharomyces* a *Metschnikowia* (García et al. 2016). Populácia nesaccharomycét sa v počiatočnej fáze kvasenia môže pohybovať až okolo $10^9 - 10^{10}$ buniek na jeden liter. Zápasia o živiny so saccharomycétami, produkujú sekundárne metoaboly a ovplyvňujú tým arómu vína (Lema et al. 1996). Nakoľko saccharomycéty veľmi dobre osídľujú povrchy vinárskej prevádzky, dokážu tak ľahko ad hoc inokulovať mušt (Guzzon et al. 2011).

Pre spontánne kvasenie je charakteristická premenlivosť populácií kvasiniek a ich taxonomická skladba, zmeny medzi ročníkmi a polohami vinohradov, zmeny skladby počas jednotlivých fáz fermentácie (Ribéreau-Gayon 2006). Pri takomto kvasení sú typickými znakmi vyšší obsah glycerolu, vyšších alkoholov, prchavých kyselín, väčšia potreba sírenia a riziko nedokvasenia do sucha a to hlavne pri muštach s vyšším obsahom cukrov (Steidl a Renner 2004).

Priebeh takéhoto kvasenia je náhodný. Rýchlosť a stupeň prekvasenia muštu kolíše v závislosti na dominantnom kmeni kvasiniek. Po ostrom odkalení muštu môže nastať pomalé alebo neúplné prekvasenie z dôvodu malej populácie kvasiniek alebo neprítomnosti kmeňov schopných zkvasiť veľmi číre mušty (Ribéreau-Gayon 2006).

Kvalitná apikulátna mikroflóra môže niekedy vytvoriť spontánnym kvasením vína vysokej kvality. Selekcija komerčných kvasiniek začala práve na základe takýchto prípadov (Ribéreau-Gayon 2006). Boli dokázané pozitívne efekty spontánnej fermentácie na sensorické vlastnosti vína vďaka komplexite zúčastnených druhov a kmeňov (Le Jeune et al. 2006).

Spontánna fermentácia je riadená komplexitou mikroorganizmov. Dnešné rozšírené použitie selektovaných kmeňov kvasiniek vedie k zjednodušeniu mikrobiálnych spoločenstiev pri kvasení. Avšak stúpa záujem o kontrolovanú zmiešanú fermentáciu, pri ktorej sa využíva viacero kmeňov kvasiniek, čo spája pozitíva oboch prístupov (Ciani a Comitini 2015).

Aromatické látky tvorené počas fermentácie sú závislé na viacerých faktoroch ako sú rod/kmeň kvasiniek, zrelosť hrozna, teplota kvasenia, populácia kvasiniek a pod. (Bakker a Clarke 2012). Tabuľka 1 uvádza hlavné metabolity jednotlivých druhov nesaccharomycét, ktoré sú tvorené pri kvasení navyše oproti kvaseniu iba saccharomycétami.

Tab. 1 Metabolity nesaccharomycét.

| Druh | Metabolit |
|-------------------------------------|--|
| <i>Candida zemplinina</i> | Kyselina octová, glycerol, vyššie alkoholy, terpenoidy, etyloktanoát, kyselina laurová |
| <i>Schwanniomyces vanriijiae</i> | Estery, terpenoidy, mastné kyseliny so stredne dlhým reťazcom |
| <i>Hanseniaspora uvarum</i> | Acetát a etylestery, sírne zlúčeniny, vyššie alkoholy, mastné kyseliny so stredne dlhým reťazcom |
| <i>Hanseniaspora vineae</i> | Acetát a etylestery, propanón, ťažké sírne zlúčeniny |
| <i>Hanseniaspora osmophila</i> | Etylacetát |
| <i>Pichia anomala</i> | Etyllaktát, acetát a etylestery, vyššie alkoholy |
| <i>Issatchenkia orientalis</i> | Methanol, zafarbenie |
| <i>Lachancea thermotolerans</i> | Glycerol, kyselina mliečna, benzénolanol |
| <i>Metschnikowia pulcherrima</i> | Estery |
| <i>Pichia guilliermondii</i> | Zafarbenie |
| <i>Pichia kluyveri</i> | Thioly |
| <i>Pichia fermentans</i> | Acetaldehyd, 2,3-butandiol, etylestery, vyššie alkoholy, polysacharidy |
| <i>Schizosaccharomyces pombe</i> | Maloalkoholické odkyselo vanie, kyselina pyrohroznová, zafarbenie, propanol |
| <i>Torulaspora delbrueckii</i> | Kyselina jantárová, linalool, polysacharidy |
| <i>Zygosaccharomyces bailii</i> | Polysacharidy |
| <i>Zygosaccharomyces florentina</i> | Polysacharidy |

Zdroj: García et al. 2016.

3.3 Senzorická analýza

Dôležitou zložkou kvality je senzorická kvalita (zmyslami postrehnuteľná kvalita), ktorá nezahŕňa iba to, čo sa zmyslami rozpozná ale aj zrovanie s doterajšími skúsenosťami a citovým postojom konzumenta. Senzorické posudzovanie potravín je spôsob hodnotenia potravín, pri ktorom sa využívajú ľudské zmysly ako priame

subjektívne orgány vnímania a to za takých podmienok, aby sa pri hodnotení dosiahli objektívne (spoľahlivé) a presné (opakovateľné, porovnateľné) výsledky. Senzoricky aktívne látky vo víne pôsobia na zmyslové receptory, ich podráždenie sa prenáša nervovými dráhami do centrálnej nervovej sústavy, kde je spracované na vnemy, z ktorých sa skladá s použitím doterajších skúseností a pocitov hodnotiteľa komplexný vnem, na ktorého základe hodnotiaca osoba vyslovuje svoj posudok (Pokorný et al. 1997).

3.3.1 Podmienky pre senzorické posudzovanie

Miestnosť určená pre hodnotenie musí byť čistá, dostatočne priestranná, dobre vetratelná a bez akýchkoľvek pachov. Steny majú byť svetlej farby, ideálne svetlo krémové alebo biele (Pokorný et al. 1997).

Osvetlenie miestnosti má byť rovnomerné, konštantnej jasnosti, dostatočnej intenzity a stálej farby. Osvetlenie najlepšej kvality zodpovedá rozptýlenému dennému svetlu. Teplota v miestnosti má byť stála, v rozmedzí 18-23 °C, bez prievanu alebo otvoreného okna, s relatívnou vlhkosťou 40-80 % (Pokorný et al. 1997).

Pre hodnotenie sú určené kóje upravené tak, aby bol obmedzený zrakový styk s ostatnými hodnotiteľmi. Osoba organizujúca hodnotenie má byť po celú dobu prítomná v miestnosti, aby usmerňovala činnosť hodnotiteľov, podala potrebný výklad alebo vysvetlenie a dozerala na správny chod analýzy. Príprava vzoriek sa robí v oddelenej miestnosti (Pokorný et al. 1997).

Pre víno sú predpísané degustačné poháre definované normou ISO 3591:1977 (ISO 3591:1977).

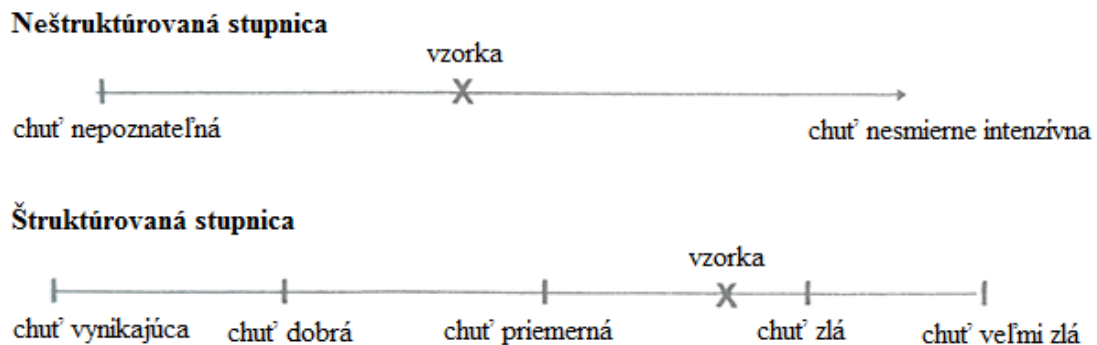
Podľa stupňa zaškolenia sa delia hodnotitelia na neškolených, krátko zaškolených, školených a expertov. Najvhodnejšia denná doba k posudzovaniu je doba od 9 do 11 hodín dopoludnia a od 14 do 16 hodín popoludní. Vzorky sa podávajú temperované na teplotu, pri ktorej má byť vzorka bežne konzumovaná. Pred predložením vzorky sú hodnotitelia inštruovaní o svojej úlohe a o použitej metóde a sú im rozdane protokolové formuláre s pokynmi, ako sa majú vyplňať (Pokorný et al. 1997).

3.3.2 Stupnicové metódy senzorického posudzovania

Tieto metódy sú v praxi najrozšírenejšie, pretože sa nimi dá dobre kvantitatívne vyjadriť kvalitatívne rozdiely medzi vzorkami. Celková kvalita alebo jednotlivý

ukazovateľ sa posúdi podľa určitej stupnice, napríklad podľa intenzity určitej vlastnosti. Stupnice môžu byť (Pokorný et al. 1997):

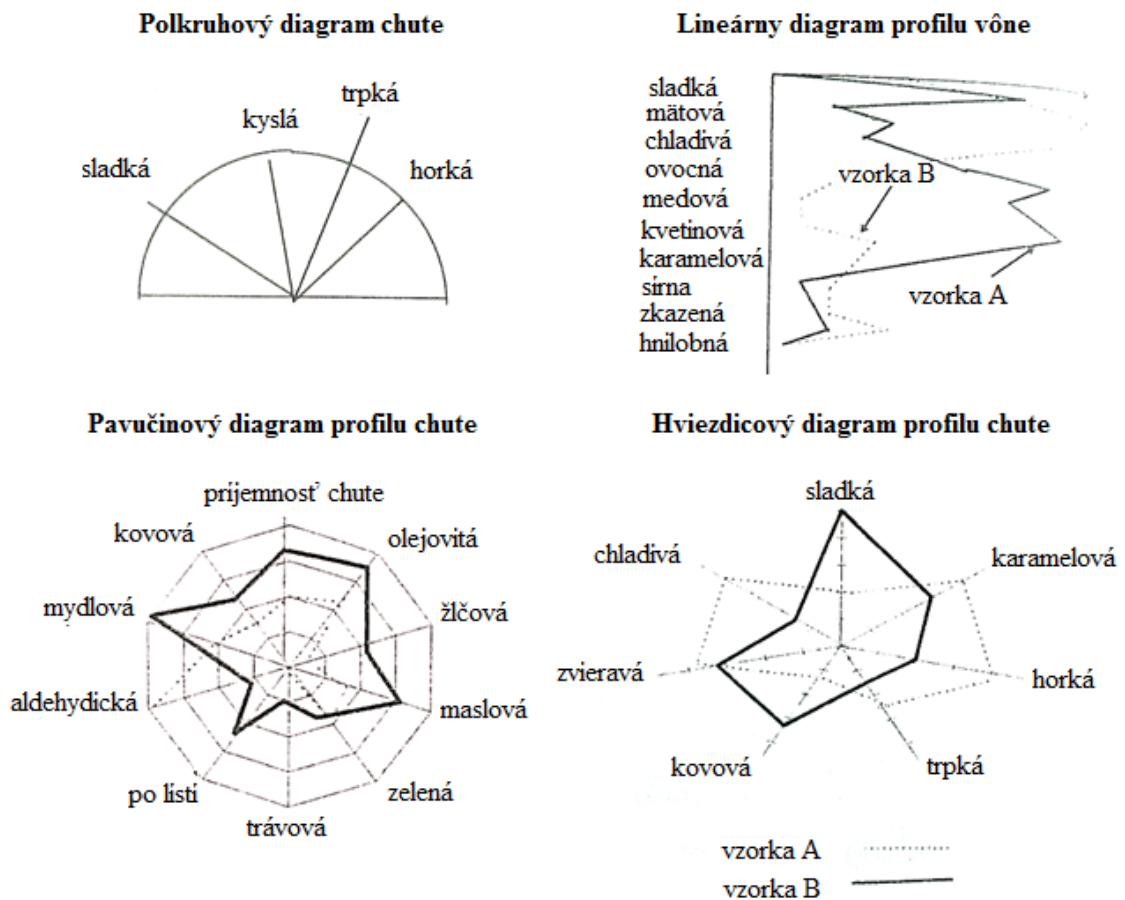
- **kategorové** – slúžia k zaradeniu vzorky do určitej skupiny (chuť vyhovujúca – chuť nevyhovujúca)
- **bodové** – slovné (vôňa veľmi slabá, slabá, silnejšia, veľmi silná), číselné stupnice (1 až 5 bodov, počet stupňov sa volí podľa skúseností hodnotiteľov)
- **grafické** – vhodné pre hodnotenie intenzity, stupnicu predstavuje úsečka určitej dĺžky a výsledok sa zaznamenáva vyznačením znamienka na úsečke na mieste, ktorého poloha je úmerná intenzite znaku (Obr. 3)
- **bezrozmerné** (pomerové) – vhodné pre vyjadrenie intenzity znaku v porovnaní so štandardom, hodnotiteľ určí koľko % intenzity zodpovedá pri neznámej vzorke



Obr. 3 Grafické stupnice pre senzorycké hodnotenie intenzity znakov.
Zdroj: Pokorný et al. 1997.

3.3.3 Profilové metódy

Jemné rozdiely v charaktere chute a vône sa často posudzujú profilovými metódami. Celkový vnem sa rozdelí na čiastkové vnemy a určujú sa ich intenzity s použitím bodovej alebo grafickej stupnice. Kompletné vyjadrenie chute a vône je veľmi zložitý, v praxi sa vyberie 8-20 najdôležitejších, niekedy len 2-4 hlavné znaky. Výsledný senzorycký profil sa vyjadruje graficky, najčastejšie kruhovými, polkruhovými alebo lineárnymi grafmi (Obr. 4). Profilová metóda je veľmi citlivá, ale vyžaduje hodnotiteľa s väčšími skúsenosťami a so špeciálnym zaškolením. Potom býva aj pomerne dobre reprodukovateľná. Skúsených hodnotiteľov stačí 3 až 5 (Pokorný et al. 1997).



Obr. 4 Rôzne grafické vyjadrenia senzorického profilu vína.
Zdroj: Pokorný et al. 1997.

3.4 Odroda Veltínske zelené

Je to biela mušťová neutrálna profilová odroda pestovaná vo všetkých vinohradníckych oblastiach Slovenska. Reduktívnou technológiou spracovania poskytuje svieže, plné vína s jemnou ovocnou chuťou. Chuť vína v závislosti od pôdy a polohy nadobúda charakter horkých mandlí, lipového medu alebo korenia (Hronský 2001).

Pochádza z Rakúska a v stredoeurópskom regióne patrí medzi najpestovanejšie odrody. Vzhľadom na vysokú úrodnosť takmer vo všetkých oblastiach sa z neho vyrábajú jednak bežné konzumné vína, no ak sa usmerní rodivosť na nižšiu, ale kvalitnejšiu úrodu, aj exkluzívne vína (Randuška 2009).

Raší pomerne skoro, má stredne bujný rast a hrozno dozrieva neskoro. List je stredne veľký, päťlaločný, so stredne hlbokými zárezmi, vrcholky letorastov sú

biele plstnaté. Strapce sú veľké, krídlaté, so stredne veľkými bobuľami, zelenej alebo zelenožltej farby (Obr. 5). Trpí jarnými mrazmi, zimnými menej. Vyžaduje veľmi dobré polohy a najvhodnejšie sú pôdy hlboké, sprašové alebo hlinité, s dostatočnou vodnou zadržnosťou. Na vápenatých pôdach trpí chlorózou. Úrody sú vysoké a pravidelné (Kraus et al. 2010).

3.5 Odroda Pálava

Táto biela muštová aromatická odroda pochádza z moravského kríženia odrôd Tramín červený x Müller Thurgau. Víno má na rozdiel od Tramínu červeného mäkkšiu korenistú až muškátovú arómu a harmonický obsah kyselín (Hronský 2001).

Dáva spoľahlivo vysoké úrody s dobrou cukornatosťou. Hodí sa na výrobu akostných vín s prívlastkom, ktoré sú plné, elegantné, s príchutou tropického ovocia. Víno je zlatožlté, zdedilo tramínovú vôňu. Je vhodné na dlhodobé zrenie a archiváciu (Randuška 2009).

Pálava raší pomerne skoro, rastie stredne až bujne, zreje stredne neskoro. List je stredne veľký, väčšinou päťlaločný, kožovitý. Strapec je stredne veľký, voľný a má malé bobule so svetlo červenou šupkou, ktorá máva nádych šedivých odtieňov (Obr. 5). Šupka je pevná, dužina riedka, aromatická, s výraznou korenitosťou podobnou Tramínu červenému. Letorasty vyzrievajú dobre až stredne dobre. Je citlivá na jarné mrazy, menej na zimné. Je náročná na dobré polohy. Hodí sa do pôd dobre zásobených vodou, hlbokých a úrodných (Kraus et al. 2010).

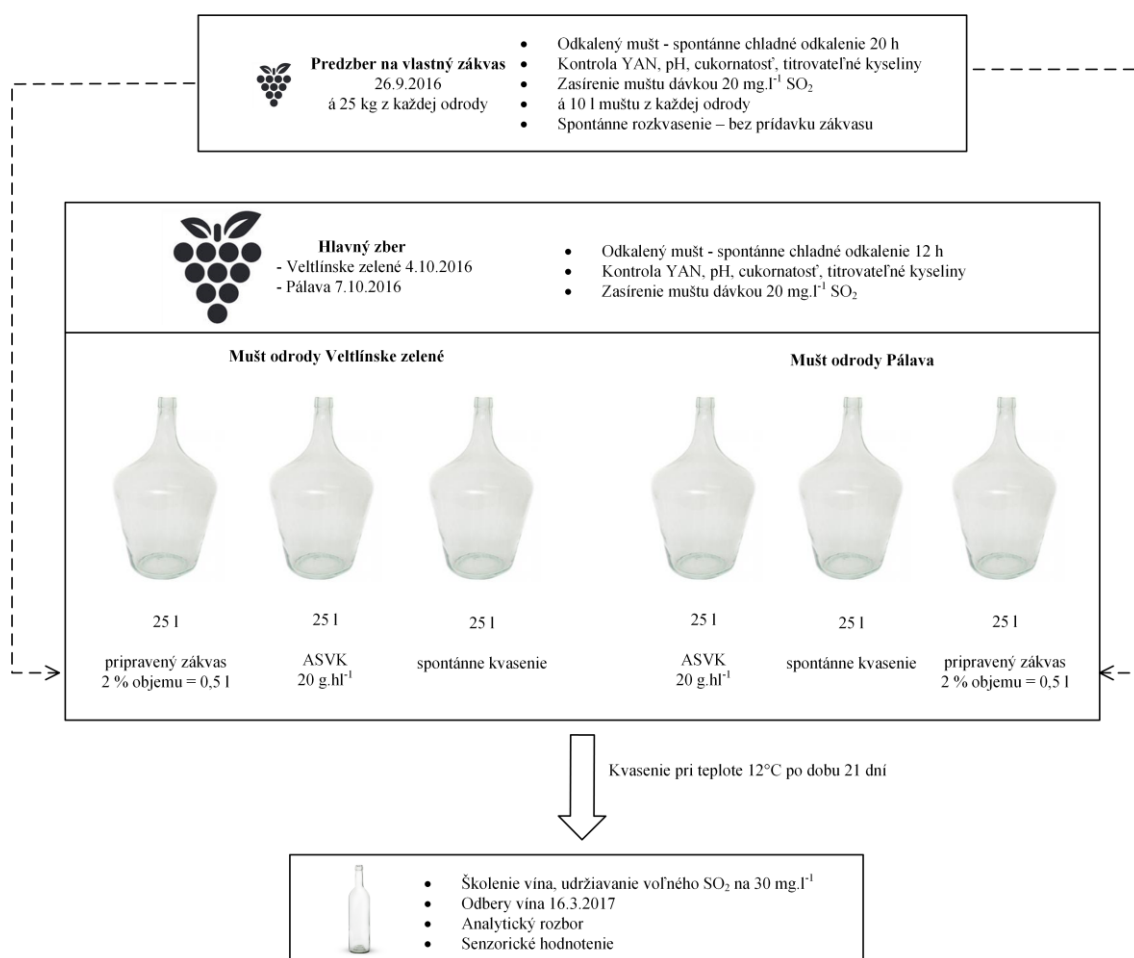


Obr. 5 Odrody Veltlínske zelené (vľavo) a Pálava (vpravo) na konci obdobia dozrievania.
Zdroj: Autor.

4 Materiál a metódy

4.1 Dizajn experimentu

Boli vyrobené vína zakvasené s ASVK, vlastným zákvasom a kvasené spontánne, z dvoch odrôd – Veltlínske zelené a Pálava, spolu šesť experimentálnych vín z dvoch východiskových muštov. Dizajn experimentu je uvedený na Obr. 6.



Obr. 6 Dizajn experimentu.

Zdroj: Autor.

V predstihu sa pripravil vlastný zákvas, aby sa načasovala jeho polovica kvasenia na dobu, kedy poslužil ako inokulácia východiskových muštov. Na začiatku októbra 2016 sa východiskové mušty inokulovali a nechali kvasiť v rovnakých podmienkach univerzitetnej pivnice.

Kvasenie sa ukončilo koncom októbra 2016, mladé vína boli stočené z kvasničných kalov a zasírené. Hladina voľného oxidu siričitého sa udržiavala na hodnote 30 mg.l⁻¹. V decembri boli stočené druhýkrát. V polovici marca 2017 boli vyčírené vína naflaškované a prebehla ich senzoričná analýza a analytické vyhodnotenie parametrov vína s následným vyhodnotením.

4.2 Materiál

4.2.1 Hrozno

Experiment sa uskutočnil na pôde Univerzity. Bolo použité hrozno ročníku 2016 odrôd Veltlínske zelené a Pálava dopestované v školskom vinohrade v Lednici, nachádzajúcom sa v areáli Mendelea na Valtickej ulici. Hrozno na predzber bolo obraté 26.9.2016 ráno pri teplote 8 °C (Obr. 7).



Obr. 7 Materiál na experiment – univerzitný vinohrad (hore), hrozno odrody Pálava (dole vľavo) a Veltlínske zelené (dole vpravo).

Zdroj: Autor.

Následne bolo prevezené v plastových bedniach do univerzitetnej pivničnej prevádzky, kde bolo okamžite spracované. Hrozno na zvasovaný mušt bolo

rovnakého pôvodu a z toho istého vinohradu ako na predzber. Veltlínske zelené bolo oberané 4.10.2016 a Pálava 7.10.2016. Spracované bolo taktiež v univerzitetnej pivnici.

4.2.2 Kvasinky

Ako ASVK zákvas pri oboch odrodách boli použité rovnaké ASVK Filtraferm Grüner Veltliner¹ (*Saccharomyces cerevisiae*) od firmy Lallemand. Sú určené pre dosiahnutie typických korenistých vín odrody Veltlínske zelené. Majú rovnomerné a nebúrlivé kvasenie, vhodné pre strednú teplotu kvasenia do 21 °C, vyžadujú priemerný obsah živín v mušte. Rehydratujú sa štandardne (desaťnásobok vody teploty 35-40 °C, po dobu dvadsať minút). Doporučená dávka je 20 – 25 g.hl⁻¹ (2-2,5.10⁻⁴ kg.l⁻¹).

4.2.3 Vlastný zákvas

Ako vlastný zákvas sa použil dopredu pripravený, rozkvasený mušt a to vo fáze zkvasenia približne polovice cukru v mušte. Hrozno na zákvas sa obralo o desať dní skôr ako prebehol hlavný zber. Odstopkované a pomleté hrozno sa hneď vylisovalo bez macerácie (Obr. 8). Mušt (10 l) sa zasíril dávkou 20 mg.l⁻¹ oxidu siričitého a zistili sa jeho analytické parametre (Tab. 2).

Tab. 2 Analytické parametre muštov určených na prípravu vlastného zákvasu.

| Odroda | Cukornatosť [°NM] | pH | Titrovateľné kyseliny [g.l ⁻¹] | YAN [mg.l ⁻¹] |
|-------------------|----------------------|------|--|------------------------------|
| Veltlínske zelené | 18 | 3,15 | 7,87 | 210 |
| Pálava | 21,5 | 3,44 | 6,9 | 224 |

Zdroj: Autor.

Mušt sa odkalil prirodzenou sedimentáciou počas 20 hodín do nasledujúceho rána pri teplote 12 °C. Neboli vykonané žiadne iné úpravy parametrov muštov. Hodnota YAN bola na optimálnej úrovni (Kapitola 3.2). Potom sa v 15 l sklených demižónoch nechal prirodzene rozkvasiť. Prvých päť dní bol v teplote 20 °C pre podporu rozkvasenia. Ďalej kvasil pri teplote 12 °C v priestore univerzitetnej

¹ <http://www.weintechnologie.at/upload/wein/202/ti.pdf>

pivnice. Začiatkom októbra 2016 bol vo fáze zkvasenia polovice cukrov a teda pripravený na inokuláciu experimentálnych muštov, z ktorých sa vyrobili vína (Obr. 9). Po použití bol vlastný zákvas zlikvidovaný.



Obr. 8 Spracovanie hrozna na prípravu vlastného zákvasu.
Zdroj: Autor.



Obr. 9 Mušt pre vlastný zákvas pred odkalením (vľavo) a vlastný zákvas vo fáze zkvasenia polovice cukrov, pripravený pre inokuláciu exepimentálnych muštov 5.10.2016 (vpravo).
Zdroj: Autor.

4.2.4 Východiskové mušty

Hrozno bolo odstopkované a pomleté. Prebehla macerácia po dobu 12 hodín, kedy bol pridaný oxid siričitý v dávke 20 mg.l^{-1} . Rmut sa následne vylisoval a nechal prirodzenou sedimentáciou odkaliť počas noci po dobu 12 hodín. Odkalený mušt sa zanalyzoval (Tab. 3). Neboli vykonané žiadne iné úpravy muštov. Obsah YAN bol na dostatočnej úrovni a nevyžadoval prídavok (Kapitola 3.2).

Tab. 3 Analytické parametre muštov určených na prípravu experimentálnych vín.

| Odroda | Cukornatosť [°NM] | pH | Titrovateľné kyseliny [g.l ⁻¹] | YAN [mg.l ⁻¹] |
|------------------|----------------------|------|---|------------------------------|
| Vetlínske zelené | 18 | 3,64 | 7,1 | 224 |
| Pálava | 22,5 | 3,77 | 6,3 | 280 |

Zdroj: Autor.

Rovnaký postup bol vykonaný pre obidve odrody. Mušt sa nalial do troch sklenených demižónov objemu 25 l (z každej odrody) (Obr. 10).



Obr. 10 Mušt odrody Vetlínske zelené v troch nádobách určený pre tri rozdielne formy zákvasu.
Zdroj: Autor.

Do jedného sa aplikovala inokulácia ASVK v dávke 20 g.l^{-1} ($2 \cdot 10^{-4} \text{ kg.l}^{-1}$), do druhého inokulácia vlastným zákvasom v dávke 2 % objemu, teda 0,4 l (Obr. 11) a tretí demižón nebol inokulovaný a teda prebehla spontánna fermentácia. Demižóny boli umiestnené v pivnici pri teplote $12 \text{ }^\circ\text{C}$.



Obr. 11 Dve použité inokulá – vlastný zákvas (vľavo) a ASVK (vpravo). Odmerná nádoba znázorňuje dávu inokula vlastného zákvasu do 25 l demižónu.

Zdroj: Autor.

4.2.5 Výsledné vína

Alkoholická fermentácia trvala približne tri týždne. Po jej konci sa víno 4.11.2016 stočilo z kvasničných kalov a nechalo sa číriť spontánnou sedimentáciou. Prvé dve dávky oxidu siričitého boli aplikované 5. a 19. novembra 2016 a to 40 a 20 mg.l⁻¹. Potom sa hladina voľného oxidu siričitého udržiavala prídavkami na hodnote 30 mg.l⁻¹. Neboli aplikované žiadne číriace a stabilizačné činidlá ako bentonit, želatína a pod, vína neboli filtrované. Vína boli nafľašované a zanalyzované senzorycky aj analyticky 16.3.2017. Vznikli tak tri vína z každej odrody s rozdielnou metódou zákvasu, spolu šesť rozdielnych vín (Obr. 12).



Obr. 12 Vína po prvej stáčke 5.11.2016. Je vidieť rozdielnu rýchlosť čírenia.

Zdroj: Autor.

4.3 Analytický rozbor muštu

4.3.1 Cukornatosť

Cukornatosť muštov bola zistená refraktometricky na základe indexu lomu svetla (Balík 2006). Malá vzorka (20 ml) bola prefiltrovaná cez gázu. Výsledok bol priemer troch meraní.

4.3.2 pH

Hodnota pH, alebo záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových kationov bol zmeraný prístrojom WTW pH 526 Multical prostredníctvom potenciálu sklenenej elektródy ponorenej do prefiltrovanej vzorky muštu (Obr. 13).



Obr. 13 Meranie pH.
Zdroj: Autor.

4.3.3 Titrovateľné kyseliny

Všetky titrovateľné kyseliny sa zmerali titrovaním muštu do pH 7 odmerným alkalickým roztokom $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ NaOH. Vzorka muštu sa najprv pretrepala, aby sa odstránil prípadný oxid uhličitý. Do titračnej kadičky sa nalialo 10 ml muštu, 10 ml destilovanej vody a ponorila sa do nej elektróda pH metru. Za stáleho miešania sa byretou pridával roztok NaOH až do hodnoty pH 7. Titrovateľné kyseliny (g.l^{-1}) sa vyrátali ako súčin spotreby alkalického roztoku (ml), jeho faktoru a čísla 0,75 (Balík 2006). Výsledok vyjadruje ekvivalent kyseliny vínnej.

4.3.4 YAN

Po určení titrovateľných kyselín sa do kadičky nalialo 5 ml formaldehydu upraveného na pH 8 pre zablokovanie aminoskupiny obsiahnutých aminokyselín. Nasledovala titrácia (hodnota pH klesla) rovnakým alkalickým roztokom do pH 8. Hodnota YAN (mg.l^{-1}) sa vyrátala ako súčin spotreby alkalického roztoku (ml), jeho faktoru, a čísla 14 (Mateiciucová 2010).

4.4 Analytický rozbor vína

4.4.1 Voľný oxid siričitý

Voľný oxid siričitý sa stanovil titráciou odmerným roztokom jódu, ktorý ho oxiduje (Obr. 14). Do 250 ml banky sa nalialo 50 ml vína, pridalo sa 10 ml 16 % roztoku kyseliny sírovej a 5 ml 0,5 % škrobového mazu. Následne sa za miešania titrovalo 0,015625 mol.l^{-1} roztokom jódu do modrého sfarbenia. Obsah voľného oxidu siričitého (mg.l^{-1}) sa vyrátal ako súčin spotreby roztoku jódu (ml), jeho faktoru a čísla 10 (Balík 2006).



Obr. 14 Titrácia roztokom jódu pri meraní voľného oxidu siričitého vo vzorke vína.

Zdroj: Autor.

4.4.2 Celkový oxid siričitý

Do 250 ml banky sa odmeralo 25 ml 1 mol.l^{-1} roztoku NaOH spolu s 50 ml vína (Obr. 15). Po 15 minútach státia sa pridalo 15 ml 16 % roztoku kyseliny sírovej a 5 ml 0,5 % škrobového mazu. Následne sa titrovalo $0,015625 \text{ mol.l}^{-1}$ roztokom jódu do modrého sfarbenia. Obsah celkového oxidu siričitého (mg.l^{-1}) sa vyrátal ako súčin spotreby roztoku jódu (ml), jeho faktoru a čísla 10 (Balík 2006).



Obr. 15 Proces uvoľňovania oxidu siričitého z väzieb s karbonylovými zlúčeninami v alkalickom prostredí po pridaní roztoku NaOH do vína.

Zdroj: Autor.

4.4.3 Analýza FT-IR analyzátorom Bruker Alpha

Analýza je založená na princípe Fourierovej transformácie infračervenej spektroskopie FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy). Vyžaduje veľmi malé množstvo analyzovaného vína (1 ml) a výsledky podáva po necelých dvoch minútach. Lúč infračerveného svetla je vedený do priehľadného diamantového kryštálu, kde dôjde k jeho úplnému odrazu. Infračervený lúč pritom prenikne do vzorky do hĺbky $1 \mu\text{m}$. Povrch vzorky pri kontakte s infračerveným lúčom absorbuje časť žiarenia, ktorá v sebe nesie charakteristické znaky pre určité parametre analýzy (Teper 2013).

Analýza bola vykonaná v troch opakovaniach. Použila sa na zistenie obsahu etanolu, titrovateľných kyselín, redukujúcich cukrov, glycerolu, kyseliny octovej, jablčnej, vínnej a mliečnej.

4.5 Senzorické hodnotenie vín

Senzorické posudzovanie prebehlo 16.3.2017 za účasti šiestich zaškolených degustátorov z Ústavu vinohradníctva a vinárstva Univerzity. Boli použité nasledujúce hodnotenia:

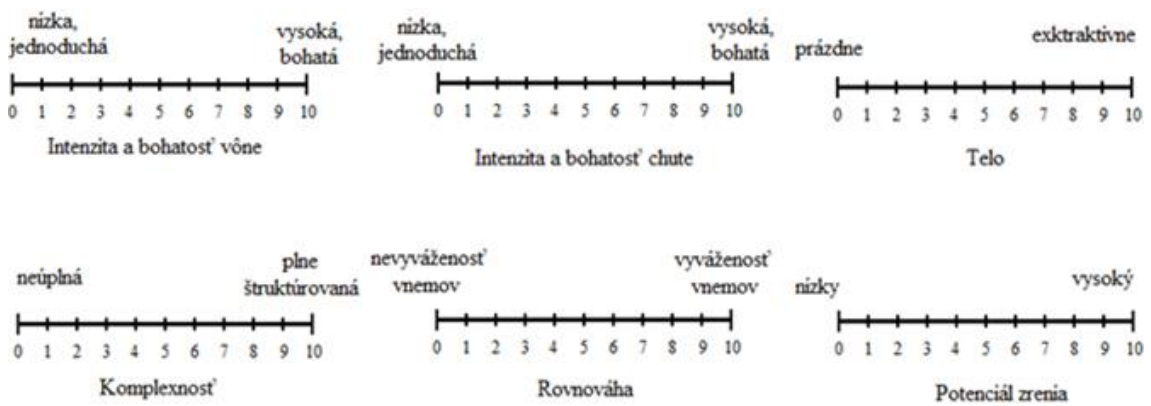
- Stobodové hodnotenie vín (podľa OIV, Uznesenie 332A-2009)
- Profil štruktúry a mohutnosti vín (metodika Národní vinařské centrum)
- Aromatický profil vín (metodika Národní vinařské centrum)

Pri stobodovom hodnotení vín sa vzhľad a teda čírosť a farba vín pri každej vzorke stanovila pevne na maximum bodov z dôvodu, že tieto parametre neboli predmetom hodnotenia (Obr. 16).

| | | vynikajúci | veľmi dobré | dobré | uspokojivé | nedostatečné |
|----------------------|--------------|------------|-------------|-------|------------|--------------|
| Vzhľad | čírosť | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | barva | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| Vúň | intenzita | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 |
| | čistota | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| | harmonie | 16 | 14 | 12 | 10 | 8 |
| Chuť | intenzita | 8 | 7 | 6 | 4 | 2 |
| | čistota | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| | harmonie | 22 | 19 | 16 | 13 | 10 |
| | perzistencia | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| Celkový dojem | | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 |

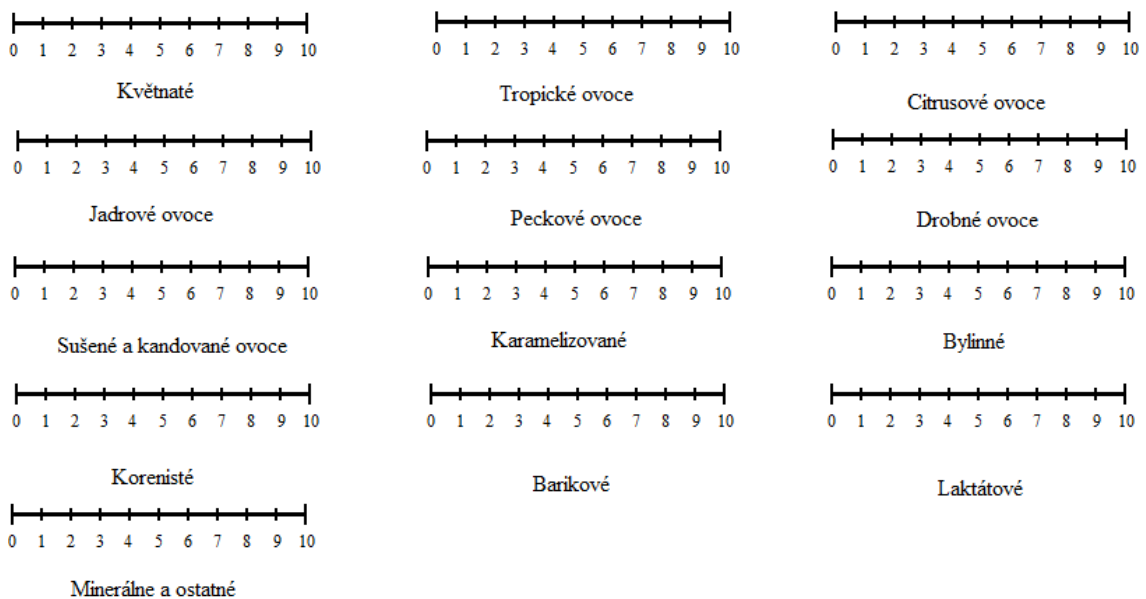
Obr. 16 Formulár pre stobodové hodnotenie vína.
Zdroj: Autor a OIV.

Pre hodnotenie profilu štruktúry a mohutnosti vína bol použitý protokol so šiestimi hodnotenými atribútmi (Obr. 17). Degustátor mal za úlohu určiť intenzitu každého atribútu na stupnici od 0 (najslabšia) do 10 (najväčšia intenzita) celým číslom.



Obr. 17 Formulár pre hodnotenie štruktúry a mohutnosti vína.
Zdroj: Autor a Národné vinné centrum.

Pre určenie aromatického profilu vín sa použil formulár obsahujúci trinásť atribútov, ktoré reprezentujú jednotlivé skupiny aromatických látok (Obr. 18 a 19). Úlohou degustátora bolo určiť intenzitu prejavu danej arómy od 0 (najslabšia) do 10 (najväčšia intenzita) celým číslom.



Obr. 18 Formulár pre hodnotenie aromatického profilu vína.
Zdroj: Autor a Národné vinné centrum.

| | |
|---------------------------------|---|
| Kvĕtnatĕ | kvĕt lĕpy, pomeranĕovnĕku, jablonĕ, bezu, luĕnĕ kvĕty, rŕže |
| Tropickĕ ovoce | banĕn, ananas, mango, liĕi, ŕlutŕ meloun |
| Citrusovĕ ovoce | grapefruit, limeta, pomeranĕ, mandarinka |
| Jadrovĕ ovoce | jablko, hruška |
| Peckovĕ ovoce | broskev, meruňka, ryngle |
| Drobnĕ ovoce | angrešt, bĕlŕ rybĕz |
| Sušenĕ a kandovanĕ ovoce | rozinky, datle |
| Karamelizovanĕ | med, bisciut, praženĕ ořĕšky, karamel |
| Bylinnĕ | listy rybĕzu, kopřĕva, trĕva, zelenĕ rajĕe, seno |
| Korenĕstĕ | bĕlŕ pepř, kořenĕ |
| Barikovĕ | dřevĕtĕ, pryskyřĕĕnĕ, cedr, vanilka, kokos, toast, kĕva, kouř |
| Laktĕtovĕ | mĕslo, smetana |
| Minerĕlnĕ a ostatnĕ | minerĕlnĕ, pazourek, petrolej |

Obr. 19 Popis jednotlivŕch skupĕn aromatickŕch lĕtok.

Zdroj: Autor a Nĕrodnĕ vĕnařskĕ centrum.

Na zaĕiatku senzorickeho hodnotenia bol degustĕtorom predstavenŕ zĕmer a predmet hodnotenia (odroda, roĕnĕk). Ako prvĕ sa hodnotili vĕna z odrody Veltlĕnske zelenĕ, potom Pĕlava. Degustĕtori neboli informovanĕ o metĕde zĕkvasu a ich poradie v rĕmci troch vĕn z jedneĕ odrody bolo nĕhodnĕ.

5 Výsledky

5.1 Výsledky analytického rozboru vín

Tabuľka 4 uvádza výsledky analytického rozboru vín zo dňa 16.3.2017, ktoré sa vykonali v laboratóriu Ústavu vinohradníctva a vinárstva.

Tab. 4 Výsledky analytického rozboru hotových vín.

| Víno | Voľný SO ₂ [mg.l ⁻¹] | Celkový SO ₂ [mg.l ⁻¹] | Voľný/celkový SO ₂ | pH |
|---|--|--|----------------------------------|------|
| Veltlínske zelené vlastný zákvas | 34 | 91 | 1/2,68 | 3,75 |
| Veltlínske zelené ASVK | 34 | 109 | 1/3,2 | 3,85 |
| Veltlínske zelené spontánne kvasenie | 29 | 82 | 1/2,83 | 3,82 |
| Pálava vlastný zákvas | 32 | 85 | 1/2,66 | 4,02 |
| Pálava ASVK | 30 | 110 | 1/3,67 | 4,02 |
| Pálava spontánne kvasenie | 39 | 113 | 1/2,9 | 4,02 |

Zdroj: Autor.

Počas prípravy vín bolo cieľom udržať obsah voľného oxidu siričitého na hladine 30 mg.l⁻¹. Jeho výsledné hladiny boli v rozmedzí 29 až 39 mg.l⁻¹. Avšak obsah celkového oxidu siričitého vo vínach vykazoval väčšiu variabilitu a to od 82 do 113 mg.l⁻¹. Pri odrode Veltlínske zelené bol jeho obsah najnižší pri metóde spontánneho kvasenia, potom nasledoval s rozdielmi okolo 10 mg.l⁻¹ vlastný zákvas a ASVK. Pri odrode Pálava bol najnižší pri vlastnom zákvase a s omnoho väčším rozdielom (až 25 mg.l⁻¹) nasledovala metóda s použitím ASVK a s podobnou hodnotou spontánne kvasenie.

Pomer voľného k celkovému ukazuje tvorbu látok viažucich oxid siričitý. Tento pomer bol pri odrode Veltlínske zelené v rovnakom poradí ako pri hodnote celkového oxidu siričitého. Pri odrode Pálava bol najnižší pri vlastnom zákvase, potom nasledovalo spontánne kvasenie a najvyšší pri použití ASVK. Celkovo bol

tento pomer najnižší pri odrode Pálava, vlastný zúkvas a najvyšší pri odrode Pálava, ASVK.

Hodnoty pH vín sa po alcoholickej fermentácii zvýšili. Pri odrode Veltlínske zelené z hodnoty pH v mušte 3,64 na hodnoty vo vine 3,75 až 3,85. Najnižšie pH vína bolo pri vlastnom zúkvase (3,75), potom nasledovalo spontánne kvasenie (3,82) a ASVK (3,85). Pri odrode Pálava stúplo pH v mušte z hodnoty 3,77 na zhodnú hodnotu 4,02 vo všetkých troch metódach zúkvasu.

Tabuľka 5 zaznamenáva vývoj obsahu voľného oxidu siričitého a jeho prídavky počas školenia vín. Voľný oxid siričitý bol meraný od 10.12.2016 po dvoch predošlých dávkach 5. a 19.11.2016 a to rovnako 40 a 20 mg.l⁻¹ do všetkých vín.

Tab. 5 Vývoj obsahu voľného oxidu siričitého a dávky sírenia.

| Víno | SO2 [mg.l ⁻¹] | 5.11. 2016 | 19.11. 2016 | 10.12. 2016 | 17.12. 2016 | 3.3. 2017 | 16.3. 2017 |
|-------------------------------------|---------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|
| Veltlínske zelené vlastný zúkvas | Voľný | nemerané | | 32 | 24 | 23 | 34 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 5 | 10 | 10 | 0 |
| Veltlínske zelené ASVK | Voľný | nemerané | | 14 | 20 | 31 | 34 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 30 | 20 | 0 | 0 |
| Veltlínske zelené spontánne | Voľný | nemerané | | 20 | 34 | 23 | 29 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 20 | 0 | 10 | 0 |
| Pálava vlastný zúkvas | Voľný | nemerané | | 18 | 32 | 32 | 32 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| Pálava ASVK | Voľný | nemerané | | 26 | 26 | 27 | 30 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 10 | 10 | 5 | 0 |
| Pálava spontánne | Voľný | nemerané | | 26 | 34 | 28 | 39 |
| | Pridaný | 40 | 20 | 10 | 0 | 5 | 0 |

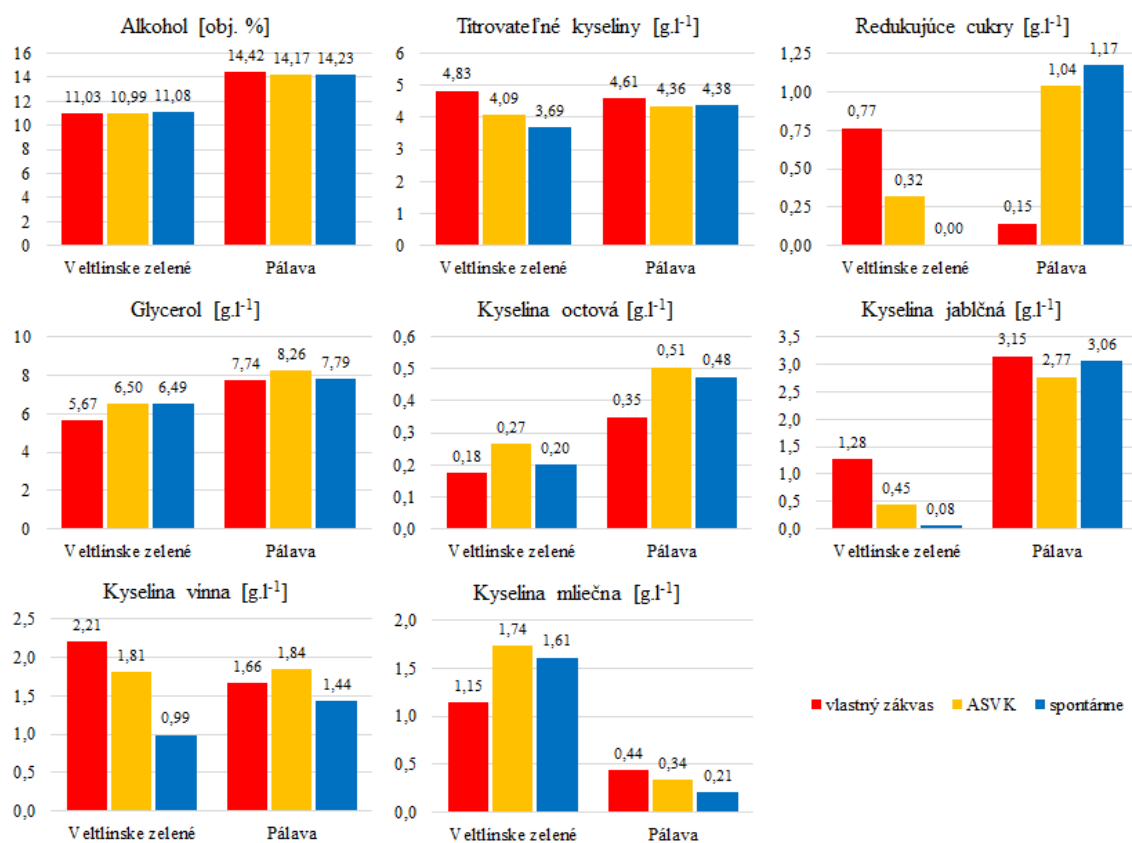
Zdroj: Autor.

Obsah voľného oxidu siričitého 10.12.2016 bol pri odrode Veltlínske zelené najvyšší pri metóde vlastného zúkvasu (32 mg.l⁻¹), potom pri spontánnom kvasení (20 mg.l⁻¹) a najmenej pri použití ASVK (14 mg.l⁻¹). Pri vlastnom zúkvase bol ďalej vývoj jeho obsahu pomerne ustálený a dobre reagoval na malé prídavky pri sírení. Pri ASVK muselo byť v ďalších dávkach aplikované vyššie sírenie. Pri spontánnom kvasení stačili o niečo menšie dávky. Celkovo najvyšší prídavok oxidu siričitého bol do metódy s použitím ASVK (110 mg.l⁻¹), menej pri spontánnom kvasení (90 mg.l⁻¹) a najmenej pri vlastnom zúkvase (85 mg.l⁻¹).

Pri odrode Pálava bol najvyšší obsah voľného oxidu siričitého po úvodnej dávke sírenia rovnako pri metódach použitia ASVK a spontánnom kvasení (26 mg.l^{-1}) a najnižší pri vlastnom zákvasení (18 mg.l^{-1}). Avšak pri tejto metóde stačilo následné dosírenie strednou dávkou 17.12.2016, ktorá bola aj poslednou. Zvyšné dve metódy pri ďalšom sírení dobre reagovali na malé prídavky. Celkovo najviac prídavku oxidu siričitého bol do metódy s použitím ASVK (85 mg.l^{-1}), menej pri vlastnom zákvasení (80 mg.l^{-1}) a najmenej pri spontánnom kvasení (75 mg.l^{-1}). Pri odrode Pálava boli celkové dávky oxidu siričitého nižšie (v priemere 80 mg.l^{-1}) ako pri Veltlínskom zelenom (v priemere 95 mg.l^{-1}).

5.1.1 Výsledky FT-IR analýzy

Výsledky FT-IR analýzy vykonanej na prístroji Bruker Alpha dokladujú rozdielnosť parametrov vín vytvorených jednotlivými metódami zákvasu (Obr. 20).



Obr. 20 Výsledky FT-IR analýzy na zariadení Bruker Alpha.
Zdroj: Autor.

Obsah etanolu bol pri odrode Veltlínske zelené vyrovnaný. Pri odrode Pálava bol zistený jeho vyšší obsah o 2 obj. % pri vlastnom zákvase v porovnaní so zvyšnými dvoma metódami zákvasu. Je zaujímavé, že východiskový mušt Pálavy mal cukornatosť 22,5 °NM a výsledné víno viac ako 14 objemových % alkoholu.

Obsah titrovateľných kyselín bol pri oboch odrodách najvyšší pri vlastnom zákvase a to až o 30 % pri Veltlínskom zelenom a o 6 % pri Pálave v porovnaní s metódami s ich najnižším obsahom. Obsah redukujúcich cukrov nevykázal závislosť od metódy zákvasu. Pri Veltlínskom zelenom bol jeho obsah veľmi nízky, najviac však pri vlastnom zákvase. Pri Pálave naopak a teda najviac pri spontánnom kvasení. Avšak aj táto hodnota bola stále v spodnej časti intervalu suchého vína.

Obsah glycerolu bol pri oboch odrodách najvyšší pri použití ASVK a najnižší pri vlastnom zákvase. Rozdiel jeho obsahu medzi týmito metódami zákvasu bol pri Veltlínskom zelenom 15 % a pri Pálave 7 %. Pálava ho obsahovala v priemere o 27 % viac oproti druhej odrode.

Obsah kyseliny octovej bol najvyšší zhodne pri oboch odrodách pri použití ASVK a najnižší pri vlastnom zákvase. Rozdiel v jej obsahu medzi týmito metódami zákvasov dosahoval až 51 % pri Veltlínskom zelenom a 44 % pri Pálave. V Pálave bol jej obsah v priemere až dvojnásobný oproti Veltlínskemu zelenému, avšak stále pod hranicou senzorickej vnímateľnosti.

Najviac kyseliny jablčnej bolo zistenej pri oboch odrodách pri vlastnom zákvase. Pri Veltlínskom zelenom bol veľký rozdiel (až 17 násobný) v jej obsahu medzi metódami vlastný zákvas a spontánne kvasenie, kde jej bolo najmenej. Odroda Pálava obsahovala v priemere päťnásobne viac kyseliny jablčnej ako Veltlínske zelené.

Najnižší obsah kyseliny vínnej bol pri oboch odrodách pri spontánnom kvasení a to výrazne pri Veltlínskom zelenom, kde jej obsah bol menej ako polovičný v porovnaní s vlastným zákvasom. Obe odrody obsahovali v priemere podobné množstvo tejto kyseliny.

Veltlínske zelené obsahovalo viac ako štvornásobné množstvo kyseliny mliečnej v porovnaní s Pálavou. Pri Veltlínskom zelenom bol jej obsah najvyšší pri použití ASVK, pri Pálave s vlastným zákvasom.

5.2 Výsledky senzorického hodnotenia vín

Pri vyhodnotení výsledkov boli orezané krajné hodnoty a zo zvyšných sa vyrátal aritmetický priemer.

5.2.1 Výsledky stobodového hodnotenia vín

Tabuľka 6 uvádza výsledky stobodového hodnotenia jednotlivých vín. Sú uvedené aj čiastočné výsledky za vôňu, chuť a celkový dojem vína, aby sa tieto prvky kvality vína nestratili v celkovom hodnotení.

Tab. 6 Výsledky stobodového hodnotenia vín.

| Víno | Body celkovo | Body vôňa | Body chuť | Body celkový dojem |
|---------------------------------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|
| Veltínske zelené – vlastný zákvas | 83,8 | 24,3 | 34,7 | 9,8 |
| Veltínske zelené – ASVK | 81,1 | 22,7 | 33,6 | 9,7 |
| Veltínske zelené – spontánne kvasenie | 79,3 | 23,3 | 32,1 | 9 |
| Pálava – vlastný zákvas | 89,1 | 26,8 | 37,3 | 10,1 |
| Pálava – ASVK | 87,1 | 24,7 | 37,3 | 10,1 |
| Pálava – spontánne kvasenie | 83,3 | 23,9 | 34,4 | 10 |

Zdroj: Autor.

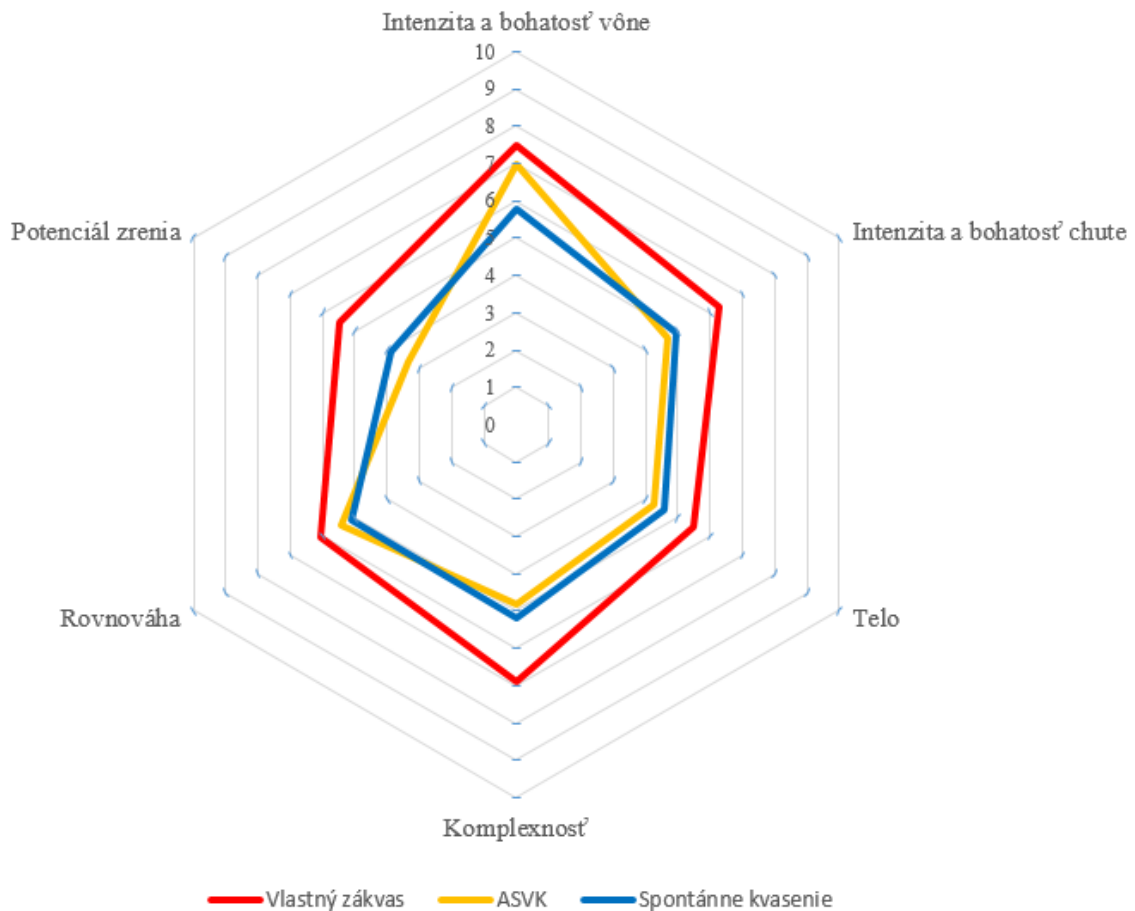
Pri tomto hodnotení vyšlo pri oboch odrodách poradie rovnako a teda najlepšie boli hodnotené vína pripravené z vlastného zákvasu, potom s použitím ASVK a nakoniec vína kvasené spontánne. Vína z odrody Pálava boli hodnotené lepšie (v priemere 86,5 bodov) vďaka ich výraznej odrodovej aromaticke oproti odrode Veltínske zelené (v priemere 81,4 bodov), ktorého hrozno dosiahlo nižšiu zrelosť. Rozdiely v rámci odrôd predstavujú 4,5 boda pri odrode Veltínske zelené a 5,8 boda pri odrode Pálava. Piaty zo šiestich degustátorov ohodnotili najvyššie vína pripravené z vlastného zákvasu pri oboch odrodách.

Hodnotenie chute odrody Veltínske zelené bolo najvyššie pre metódu vlastného zákvasu, potom nasledovalo spontánne kvasenie a nakoniec použitie ASVK. Pri vôni poradie korešpondovalo s poradím celkového hodnotenia. Pri odrode Pálava hodnotenie čiastkových vnemov chute a vône súhlasilo s poradím celkového hodnotenia.

Hodnotenie celkového dojmu vín malo rovnaké poradie ako celkové hodnotenie. Pri odrode Pálava však išlo o takmer rovnaké hodnoty.

5.2.2 Výsledný profil štruktúry a mohutnosti vín

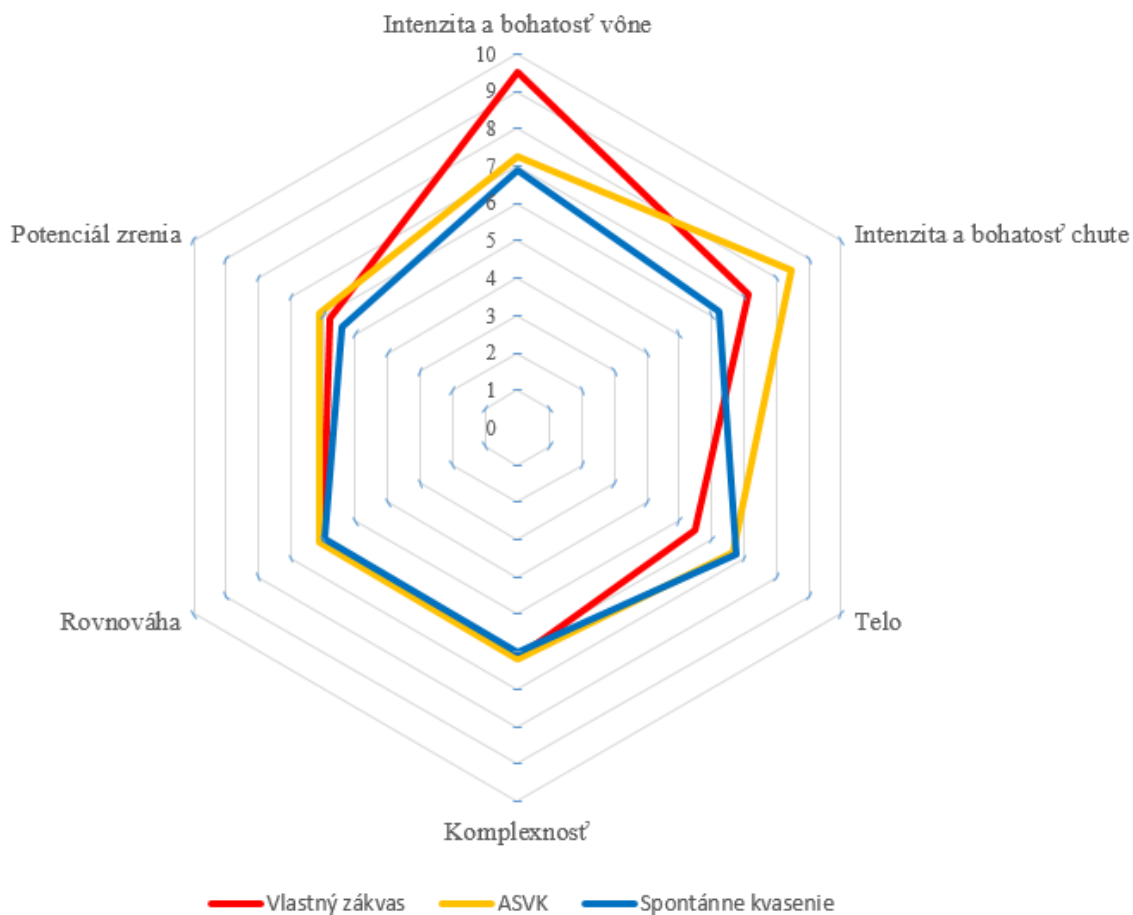
Pre grafickú interpretáciu boli z výsledkov vytvorené pavučinové diagramy pre vína z každej z dvoch odrôd (Obr. 21 a 22).



Obr. 21 Pavučinový diagram profilu štruktúry a mohutnosti vín odrody Veltlínske zelené.
Zdroj: Autor.

V profile odrody Veltlínske zelené je vidieť dominanciu vo všetkých tu skúmaných atribútoch vína pripraveného z vlastného zákvasu nad ostatnými dvoma metódami. Toto víno má teda najvyššiu intenzitu a bohatosť vône a chute, najväčšie telo, komplexnosť, rovnováhu a aj potenciál zrenia. Najväčší rozdiel oproti zvyšným dvom metódam je pri komplexnosti vína. Metódy ASVK a spontánneho kvasenia boli hodnotené podobne pri intenzite a bohatosti chute, veľkosti tela, komplexnosti, rovnováhy a potenciáli zrenia, avšak metóda ASVK vykazovala lepšiu intenzitu a bohatosť vône vína.

Profil odrody Veltlínske zelené vykazuje menšie hodnoty atribútov v porovnaní s profilom Pálavy.



Obr. 22 Pavučinový diagram profilu štruktúry a mohutnosti vín odrody Pálava.
Zdroj: Autor.

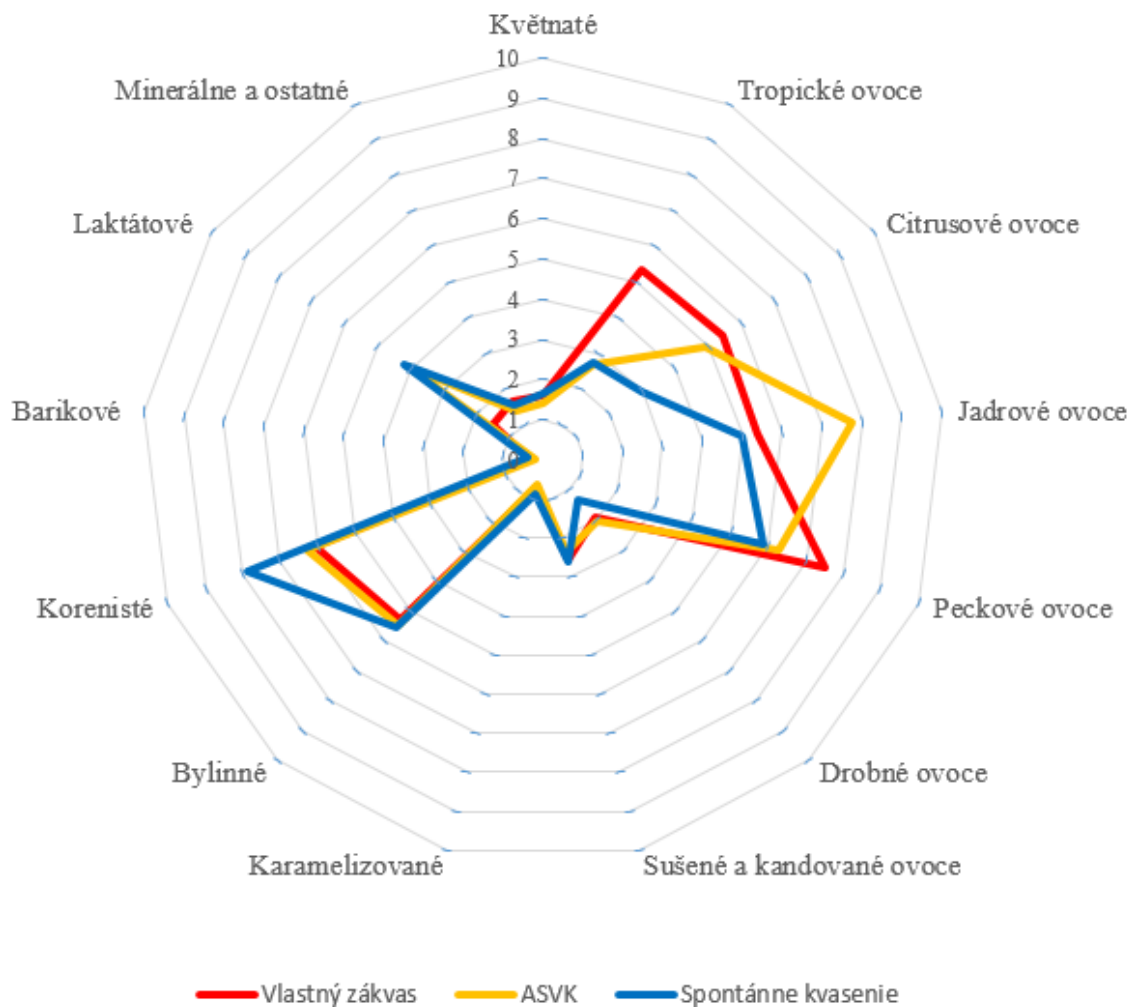
V profile odrody Pálava je dominancia metód vlastného zákvasu a ASVK v atribútoch intenzity a bohatosti vône a chuti vína oproti spontánnemu kvaseniu. To však spoločne s ASVK preukázalo väčšie telo ako vlastný zákvas. V atribútoch komplexnosti, rovnováhy a potenciálu zrenia boli výsledky podobné pre všetky metódy. Zaujímavá je výrazná dominancia vlastného zákvasu v atribúte intenzity a bohatosti vône. Spontánne kvasenie bolo najslabšie hodnotené v atribúte intenzity a bohatosti chuti.

Pri oboch odrodách bol atribút intenzity a bohatosti vône vždy hodnotený najvyššie pri metóde vlastného zákvasu a najnižšie pri spontánnom kvasení. Pri odrode Veltlínske zelené boli zaznamenané rozdiely aj v atribútoch potenciálu zrenia, rovnováhy a komplexnosti vína, ale pri Pálave boli tieto výsledky veľmi

podobné pri všetkých metódach zákvasu a rozdiely sa preukázali vo zvyšných atribútoch.

5.2.3 Výsledný aromatický profil vín

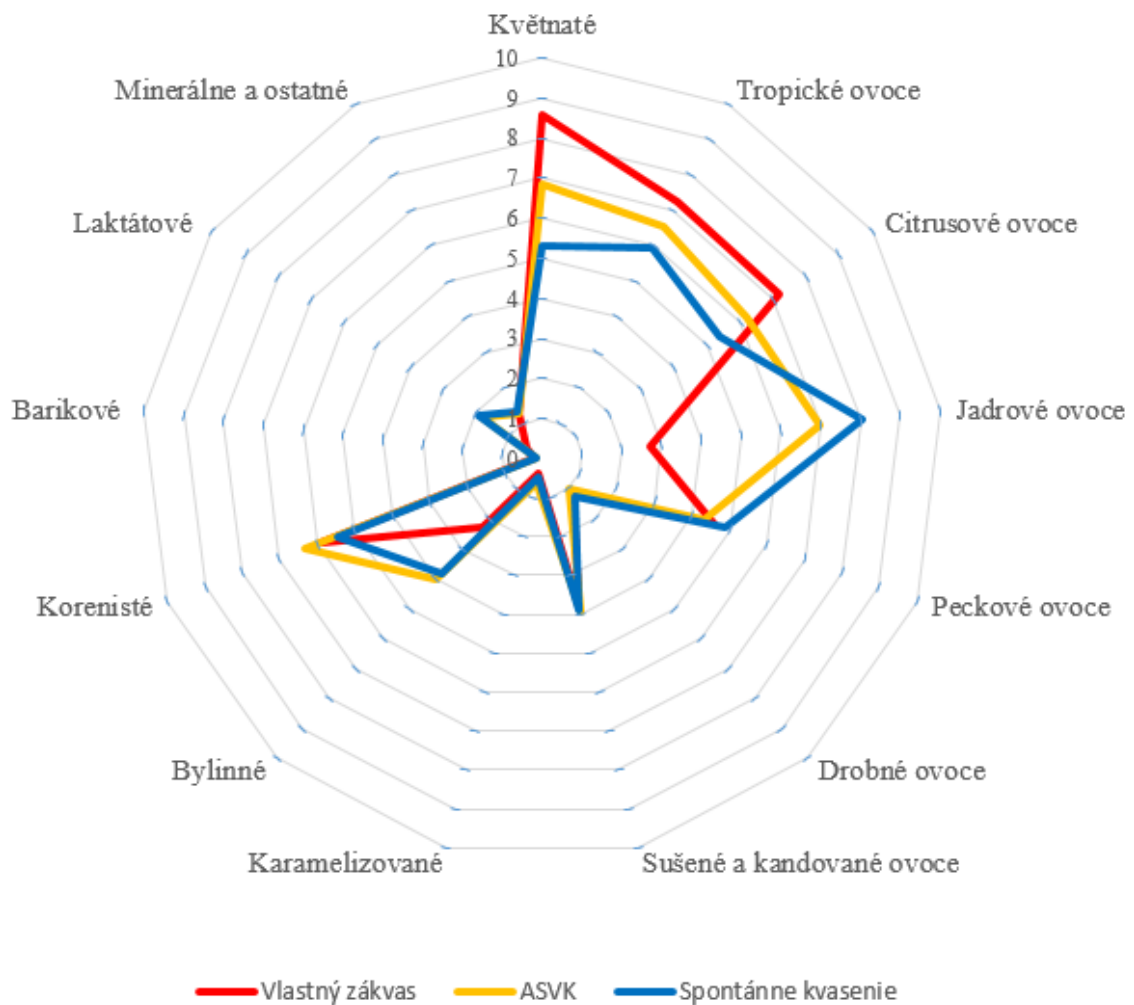
Pre grafickú interpretáciu boli z výsledkov vytvorené pavučinové diagramy pre vína z každej z dvoch odrôd (Obr. 23 a 24).



Obr. 23 Pavučinový diagram aromatického profilu vín odrody Veltínske zelené.
Zdroj: Autor.

Jednotlivé metódy zákvasu vykazovali rozdielny aromatický profil výsledných vín. Pri odrode Veltínske zelené je viditeľná dominancia vlastného zákvasu pri atribúte tropického ovocia (intenzity tejto aromatickej skupiny), o niečo menej aj pri atribúte peckového ovocia. Najviac korenistí víno vzniklo spontánnym

kvasením, avšak táto metóda zaostala pri atribútoch ovocných. Najintenzívnejší prejav jadrového ovocia vykazuje metóda ASVK, ktorá spolu s vlastným zákvasom vytvorila vína s dominantou ovocnou arómou. Pri vlastnom zákvase bol omnoho slabší prejav laktátových vôní ako pri zvyšných dvoch metódach. Všetky tri metódy mali podobnú intenzitu atribútov kvetnatých, drobného, sušeného a kandovaného ovocia, karamelizovaných a bylinných tónov. Barikové tóny vo vínach pochopiteľne nemohli byť identifikované.



Obr. 24 Pavučinový diagram aromatického profilu vín odrody Pálava.
Zdroj: Autor.

Aromatický profil vín odrody Pálava bol v porovnaní s Veltlínskym zeleným omnoho viac kvetovo-ovocný a naopak menej bylinný, korenistý a laktátový. Aj pri odrode Pálava je vidieť rozdiely v aromatickom profile jednotlivých metód zákvasu. Vlastný zákvas vykazoval dominanciu v atribútoch kvetových tónov,

tropického a citrusového ovocia, avšak spontánne kvasenie spolu s ASVK zasa pri ovocí jadrovom, kde mal vlastný zútkvas najnižšiu intenzitu vône a výrazne za zvyšnými dvoma metódami zaostal. Metóda ASVK vytvorila víno s najviac korenistým vnemom. Všeobecne boli vína veľmi podobné pri atribútoch peckového, drobného, sušeného a kandovaného ovocia a karamelizovaných tónov. Podobne ako pri Veltlínskom zelenom, aj pri Pálave boli laktátové tóny o niečo intenzívnejšie pri ASVK a spontánnom kvasení. Aromaticky najmenej intenzívne (čo do odrodovej aromaticky) bolo víno z metódy spontánného kvasenia. Víno z metódy ASVK vykazovalo vyrovnané intenzity atribútov kvetových a ovocných, podobne aj spontánne kvasenie, avšak s omhno nižšou intenzitou.

6 Diskusia

Analytické aj senzoričné výsledky jednoznačne potvrdili, že metóda zákvasu podstatne ovplyvňuje výsledné víno a jeho kvalitu. Rozdielny obsah titrovateľných kyselín, etanolu a zbytkového cukru je v súlade so zisteniami Furdíkovej et al. 2014. Výsledky ukázali rozdielnosť metód zákvasu aj v ďalších atribútoch výsledného vína ako glycerol, kyselina jablčná, mliečna a vínná. Kyseliny jablčnej v odrode Veltlínske zelené bolo zistené až 17 krát menej v porovnaní jej obsahu medzi metódami vlastný zákvas a spontánne kvasenie. Možno sa domnievať, že pri spontánnom kvasení boli prítomné kvasinky rodu *Schizosaccharomyces*, ktoré odbúrávajú všetku kyselinu jablčnú (Ribéreau-Gayon 2006). Pri odrode Pálava sa už veľký rozdiel pri tejto kyseline nezistil. Najmenej kyseliny vínnej mali obe odrody pri spontánnom kvasení.

Najnižší obsah glycerolu bol pri oboch odrodách pri metóde vlastného zákvasu. Aj napriek tomu boli senzorične najlepšie hodnotené vína pripravené s použitím vlastného zákvasu. Boli štruktúrnejšie a mohutnejšie, s komplexnejšou a intenzívnejšou aromatickou, čo je v súlade s výsledkami Varela et al. 2009, Furdíkovej et al. 2014 a Strapinu 2014. Pri neutrálnej odrode pridali vínu komplexnosť, pri aromatickej práve bohatosť arómy. Z analytického hľadiska vykázali najmenšiu väznosť oxidu siričitého, najnižšie pH, čo korešponduje s najväčším obsahom titrovateľných kyselín. Ďalej obsahovali najmenej kyseliny octovej. Ako doporučenie pre prax sa dá teda povedať, že pre dosiahnutie vína najvyššej kvality je najvhodnejšia metóda použiť vlastný zákvas. Udržateľne sa tak pracuje s biodiverzitou na mikrobiálnej úrovni vinohradu, autenticitou lokality, znižujú sa enologické vstupy, ale na druhej strane sa pridáva potreba predzberu a dlhšie trvajúca príprava zákvasu v porovnaní s použitím ASVK.

Pri metóde s ASVK bola zistená najväčšia väznosť oxidu siričitého, vína obsahovali najviac glycerolu (nie pri spontánnom kvasení ako to uvádza Steidl a Renner 2004), ale aj kyseliny octovej, čo je v protiklade s predpokladom, že ASVK sú bezpečnou voľbou metódy zákvasu (Kap. 3.2.1). Najmenej alkoholické vína vzišli zhodne pri oboch odrodách pri použití ASVK, čo je v protiklade s udávanou dobrou výťažnosťou alkoholu tejto metódy. ASVK nezaručili lepšiu aromaticku v porovnaní s vlastným zákvasom.

Najhoršie (riedke, rozmazané) boli senzorične hodnotené vína zo spontánného kvasenia, čo je v rozpore s Le Jeune et al. 2006. Pri Veltlínskom zelenom síce ich

štruktúra a mohutnosť bola hodnotená podobne ako pri metóda s ASVK, avšak strácali pri intenzite a bohatosti vône. Z analytického hľadiska je pozoruhodné, že tieto vína obsahovali najmenej kyseliny vínnej a pri Veltlínskom zelenom iba polovicu v porovnaní s vlastným zákvasom. Nepotvrдили sa riziká podľa Steidla a Rennera 2004, že víno bude mať vyšší obsah kyseliny octovej alebo nedokvasí do sucha. Pri odrode Veltlínske zelené nebol zistený žiadny zbytkový cukor pri metóde spontánneho kvasenia. Išlo však o mušt s nízkou cukornatosťou. Pri odrode Pálava, ktorej mušt mal cukornatosť 22,5 °NM, bol zistený najnižší obsah redukujúcich cukrov pri vlastnom zákvase. Bol osemkrát nižší ako pri spontánnom kvasení, avšak aj pri tejto metóde bolo výsledné víno suché (1,17 g.l⁻¹). Víno Veltlínskeho zeleného zo spontánneho kvasenia malo o 25 % nižší obsah kyseliny octovej v porovnaní s metódou ASVK a o 6 % pri odrode Pálava.

Je zaujímavé, že vína (aj mušty) odrody Pálava mali vyššie pH ako Veltlínske zelené, avšak obsah titrovateľných kyselín bol pri Pálave vyšší. To súhlasí s faktom, že pH vína nie je závislé len od obsahu titrovateľných kyselín, ale aj od ich zloženia a obsahu draslíka. Takisto je zaujímavý vysoký obsah alkoholu v odrode Pálava (priemerne 14,27 obj %), čo je pri cukornatosťi 22,5 °NM muštu až príliš veľa. Mohlo to byť spôsobené chybou merania jednotlivých parametrov a takisto k tomu mohol prispieť veľmi malý výpar alkoholu z demižónov. Odroda Pálava z vlastného zákvasu mala najvyšší obsah alkoholu a najnižší obsah redukujúcich cukrov. Avšak Veltlínske zelené až do nezistiteľne nízkeho obsahu cukrov zkvasila spontánnu fermentáciu.

Medzi možné skresľujúce faktory sa dá zaradiť vplyv pivničnej mikroflóry na výsledné kvasiace konzorcium v daných muštoch, ako to naznačil Guzzon et al. 2011. Rovnako neznalosť možného osídlenia použitého vinohradu kvasinkami pochádzajúcich z ASVK používaných v okolí (Valero et al. 2005). Preto by bolo vhodné dizajn experimentu v budúcnosti zopakovať s hroznom z rôznych vinohradov a v rôznych vinárskych prevádzkach, kde by mušty kvasili. Ďalším faktorom môže byť rozdielna čírosť mladých vín v momente prvého sírenia a teda iné množstvo odumretých kvasiniek, ktoré majú silný redukčný potenciál. To mohlo skresliť výsledky ohľadne väznosti a množstva pridaného oxidu siričitého. Z toho vyplýva vhodnosť zamerať sa v ďalšom experimente detailnejšie na sírenie. Pre obe odrody boli použité ASVK vhodné pre Veltlínske zelené, čo mohlo spôsobiť znevýhodnenie tejto metódy pri odrode Pálava. Experiment sa nezaoberal detailným zložením mikroflóry, ale metódami zákvasu ako takými. Bolo by vhodné nadviazať na množstvo prác (Guzzon et al. 2011, Renouf et al. 2005, Brysch-

Herzberg a Seidel 2015, Brežná et al. 2010, Le Jeune et al. 2006 a iní) skúmajúcich vplyv jednotlivých druhov a rodov kvasiniek a sledovať rozdiely v skladbe mikroflóry pri rôznych metódach zákvasov. Taktiež by bolo vhodné sledovať antagonisticke vzťahy medzi prirodzenou populáciou v mušte a pridanými ASVK (Barrajón et al. 2011, Capece et al. 2013, Soden et al. 2000 a iní).

7 Záver

Boli vytvorené vína s rôznymi metódami zákvasov, kedy sa kládol dôraz na rovnaké úpravy muštu a mladého vína, aby primárnym faktorom vplývajúcim na výslednú kvalitu vín bol práve zákvas. Výsledky naznačujú, že použitie ASVK nenesie len výhody. Dokázal sa najvyšší objem kyseliny octovej pri ich použití a rovnako najväčšia väznosť oxidu siričitého, čo pri metóde vlastného zákvasu bolo práve naopak.

Senzorická analýza jednoznačne určila vlastný zákvas ako metódu produkujúcu najkvalitnejšie vína. Preukázalo sa to pri neutrálnej aj aromatickej odrode, v stobodovom hodnotení, ale aj pri profilových metódach hodnotiacich štruktúru, mohutnosť a aromatický výraz vín. Táto metóda vykázala najnižšie hladiny celkového oxidu siričitého, čo je dôležité z hľadiska zdravotných účinkov.

Nakoľko sa pri kvasení môže prejavíť polymorfizmus každej z týchto troch metód, výsledky práce dávajú vedecký základ, aby bolo odôvodnené odporúčať vlastný zákvas pri produkcii najkvalitnejších vín a teda dávajú za pravdu zástancom tejto metódy. Nič nie je čiernobiele a preto pre ďalší vývoj je určite zaujímavá myšlienka symbiózy výhod ASVK a prvkov terroir a to vytvorením ASVK charakteristických pre významné vinárske regióny s odtlačkom jeho mikroflóry. Podobne je potrebné skúmať vplyv zmiešanej inokulácie s nesaccharomycétami, nakoľko môžu obohatiť paletu výslednej chute a vône.

Problematika bola skúmaná už aj v predošlých diplomových prácach (Strapina 2014) a závery sú zhodné – vlastný zákvas nielen že môže byť označený ako plnohodnotná alternatíva použitia ASVK, ale v kvalite vína ich môže aj predčiť. Napriek tomu je dôležité zdôrazniť, že nejde o žiadnu novinku, ale návrat k starej, rokmi overenej tradícii, ktorý reprezentuje vinársku postmodernu. Konzumenti čoraz viac uprednostňujú potraviny vyrobené prírode blízkymi procesmi a metóda vlastného zákvasu tento trend presne vystihuje. Je odpoveďou na neustále sa množiace otázky originality, ročníkovej premenlivosti, tradícií, autenticity, udržateľnosti a biodiverzity.

8 Súhrn a Resume

Vplyv rôznych metód zákvasov hroznových muštov na kvalitu vína.

Cieľom diplomovej práce bolo porovnať vplyv použitia aktívnych suchých vínnych kvasiniek (ASVK), vlastného zákvasu a spontánneho kvasenia na kvalitu výsledného vína, nakoľko fermentácia je jedným z kľúčových procesov formujúcich víno. Bol vykonaný experiment s hroznom odrôd Veltlínske zelené a Pálava z ročníka 2016 pochádzajúceho z univerzitného vinohradu v Lednici. Odkalený a mierne zasírený mušt s optimálnou hladinou kvasinkami asimilovateľného dusíka a dostatočnou cukornatosťou predstavoval rovnaký východiskový bod experimentu. Bol inokulovaný ASVK, vopred pripraveným vlastným zákvasom z hrozna rovnakého pôvodu a posledná verzia sa nechala rozkvasiť spontánne bez prídavku inokula. Kvasenie prebehlo v univerzitnej vínnej pivnici v Lednici. Výsledné vína sa neškolili žiadnymi prípravkami, iba sírením. Na jar 2017 sa vína zhodnotili senzoricke a analyticky. Metóda vlastného zákvasu vykázala najvyššiu senzoricke kvalitu pri oboch odrodách. Potvrdilo sa, že ide o rokmi overenú, spoľahlivú metódu, ktorá je schopná produkovať vysoko kvalitné vína odrážajúce terroir.

Kľúčové slová: Víno, fermentácia, vlastný zákvas, aktívne suché vínne kvasinky, spontánna fermentácia.

Effects of different yeast starter methods on the wine quality.

The aim of this master thesis was to compare the effect of active dry wine yeast (ADWY), own yeast starter and spontaneous fermentation on the quality of wine produced, knowing that the fermentation is a key process in winemaking. An experiment was run with the grape varieties Veltlínske zelené and Pálava, vintage 2016, grown at University vineyards in Lednice. Racked and moderately sulfited must with optimal yeast assimilable nitrogen and sugar content was the starting point of the experiment. It was inoculated by commercial ADWY, a yeast starter prepared previously from the grapes of the same origin and the last sample was not inoculated so fermented spontaneously. Fermentation took place in the University wine cellar. Final wines were not treated by any preparate except sulfiting. Sensory and analytical analysis took place in spring 2017. The usage of self-prepared yeast starter has shown the highest sensory quality in both varieties. It has been confirmed that this old and reliable method is capable of producing high quality wines reflecting the terroir.

Keywords: Wine, Fermentation, Yeast Starter, Active Dry Wine Yeast, Spontaneous Fermentation.

9 Zoznam použitej literatúry

- BAKKER, Jokie a Ronald J. CLARKE. *Wine flavour chemistry*. 2nd ed. Oxford: Wiley Blackwell, 2012. ISBN 978-1-4443-3042-7.
- BALÍK, Josef. *Vinařství: návody do laboratorních cvičení*. 3. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. ISBN 80-7157-933-5.
- BARRAJÓN, N., M. ARÉVALO-VILLENA, J. ÚBEDA a A. BRIONES. Enological properties in wild and commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeasts: relationship with competition during alcoholic fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* [online]. 2011, 27 (11), 2703-2710 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1007/s11274-011-0744-0. ISSN 0959-3993. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11274-011-0744-0>
- BENUCCI, Ilaria, Katia LIBURDI, Martina CERRETI a Marco ESTI. Characterization of Active Dry Wine Yeast During Starter Culture (Pied de Cuve) Preparation for Sparkling Wine Production. *Journal of Food Science* [online]. 2016, 81 (8), M2015-M2020 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1111/1750-3841.13379. ISSN 00221147. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1750-3841.13379>
- BISSON, L. F. a C. BUTZKE. Diagnosis and rectification of stuck and sluggish fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2000, 51, 168-177 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.ajevonline.org/content/51/2/168>
- BORNEMAN, Anthony R., Angus H. FORGAN, Radka KOLOUCHOVA, James A. FRASER a Simon A. SCHMIDT. Whole Genome Comparison Reveals High Levels of Inbreeding and Strain Redundancy Across the Spectrum of Commercial Wine Strains of *Saccharomyces cerevisiae*. *G3: Genes/Genomes/Genetics* [online]. 2016, 6 (4), 957-971 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1534/g3.115.025692. ISSN 2160-1836. Dostupné z: <http://g3journal.org/lookup/doi/10.1534/g3.115.025692>
- BREŽNÁ, Barbara, Katarína ŽENIŠOVÁ, Katarína CHOVANOVÁ, Viera CHEBEŇOVÁ, Lucia KRAKOVÁ, Tomáš KUČHTA a Domenico PANGALLO. Evaluation of fungal and yeast diversity in Slovakian wine-related microbial communities. *Antonie van Leeuwenhoek* [online]. 2010, 98 (4), 519-529 [cit. 2017-03-10]. DOI: 10.1007/s10482-010-9469-6. ISSN 0003-6072. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10482-010-9469-6>

- BRYSCH-HERZBERG, Michael a Martin SEIDEL. Yeast diversity on grapes in two German wine growing regions. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2015, 214, 137-144 [cit. 2017-03-10]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2015.07.034. ISSN 01681605. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016816051530088X>
- CAPECE, A., G. SIESTO, R. ROMANIELLO, V.M. LAGRECA, R. PIETRAFESA, A. CALABRETTI a P. ROMANO. Assessment of competition in wine fermentation among wild *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from Sangiovese grapes in Tuscany region. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2013, 54 (2), 485-492 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.07.001. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002364381300251X>
- CAPECE, A., R. ROMANIELLO, G. SIESTO a P. ROMANO. Diversity of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts associated to spontaneously fermenting grapes from an Italian "heroic vine-growing area". *Food Microbiology* [online]. 2012, 31 (2), 159-166 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.fm.2012.03.010. ISSN 07400020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002012000652>
- CARRAU, Francisco M., Karina MEDINA, Laura FARINA, Eduardo BOIDO, Paul A. HENSCHKE a Eduardo DELLACASSA. Production of fermentation aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains. *FEMS Yeast Research* [online]. 2008, 8 (7), 1196-1207 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1111/j.1567-1364.2008.00412.x. ISSN 15671356. Dostupné z: <https://academic.oup.com/femsyr/article-lookup/doi/10.1111/j.1567-1364.2008.00412.x>
- CARRAU, Francisco, Karina MEDINA, Laura FARIÑA, Eduardo BOIDO a Eduardo DELLACASSA. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* inoculum size on wine fermentation aroma compounds and its relation with assimilable nitrogen content. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2010, 143 (1-2), 81-85 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.024. ISSN 01681605. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160510003971>
- CIANI, Maurizio a Francesca COMITINI. Yeast interactions in multi-starter wine fermentation. *Current Opinion in Food Science* [online]. 2015, 1, 1-6 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.cofs.2014.07.001. ISSN 22147993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214799314000034>

- CORDERO-BUESO, Gustavo, Teresa ARROYO, Ana SERRANO, Javier TELLO, Irene APORTA, María Dolores VÉLEZ a Eva VALERO. Influence of the farming system and vine variety on yeast communities associated with grape berries. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2011, 145 (1), 132-139 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.11.040. ISSN 01681605. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160510006719>
- DI MAIO, Sabina, Giuseppe POLIZZOTTO, Enrico DI GANGI, et al. Correction: Biodiversity of Indigenous Saccharomyces Populations from Old Wineries of South-Eastern Sicily (Italy). *PLOS ONE* [online]. 2012, 7 (5), [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1371/annotation/cd6e2d3b-4888-4231-a13d-6ef6170b79d6. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/annotation/cd6e2d3b-4888-4231-a13d-6ef6170b79d6>
- FLEET, G. H., ed. *Wine microbiology and biotechnology*. London: Taylor & Francis, c1993. ISBN 0-415-27850-3.
- FURDÍKOVÁ, Katarína, Katarína MAKYŠOVÁ, Katarína ĎURČANSKÁ, Ivan ŠPÁNIK a Fedor MALÍK. Influence of yeast strain on aromatic profile of Gewürztraminer wine. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2014, 59 (1), 256-262 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.05.057. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643814003466>
- GARCÍA, Margarita, Braulio ESTEVE-ZARZOSO a Teresa ARROYO. Non-Saccharomyces Yeasts: Biotechnological Role for Wine Production. *Grape and Wine Biotechnology* [online]. InTech, 2016 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.5772/64957. ISBN 978-953-51-2692-8. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/grape-and-wine-biotechnology/non-saccharomyces-yeasts-biotechnological-role-for-wine-production>
- GUZZON, R., G. WILDMANN, L. SETTANNI, M. MALACARNE, N. FRANCESCA a R. LARCHER. Evolution of Yeast Populations during Different Biodynamic Wine-making Processes. *South African Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2011, 32 (2), 242-250 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.journals.ac.za/index.php/sajev/article/view/1384>
- HRONSKÝ, Vladimír. *Slovenské vína*. Bratislava: BELIMEX, 2001. ISBN 80-85327-86-4.
- ILIEVA, Fidanka, Sanja KOSTADINOVIĆ VELIČKOVSKA, Violeta DIMOVSKA, Hamed MIRHOSSEINI a Hristo SPASOV. Selection of 80 newly isolated autochthonous yeast strains from the Tikveš region of Macedonia and their impact on the

- quality of red wines produced from Vranec and Cabernet Sauvignon grape varieties. *Food Chemistry* [online]. 2017, 216, 309-315 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.049. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814616312894>
- ISO 3591:1977. *Sensory analysis - Apparatus - Wine-tasting glass*. International Organization for Standardization, 1977. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/9002.html>
- KNIGHT, Sarah, Steffen KLAERE, Bruno FEDRIZZI a Matthew R. GODDARD. Regional microbial signatures positively correlate with differential wine phenotypes: evidence for a microbial aspect to terroir. *Scientific Reports* [online]. 2015-9-24, 5, 14233- [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1038/srep14233. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/srep14233>
- KRAKOVÁ, Lucia, Katarína CHOVANOVÁ, Katarína ŽENIŠOVÁ, Viera TURCOVSKÁ, Barbara BREŽNÁ, Tomáš KUČHTA a Domenico PANGALLO. Yeast diversity investigation of wine-related samples from two different Slovakian wine-producing areas through a multistep procedure. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2012, 46 (2), 406-411 [cit. 2017-03-10]. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.12.010. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643811004038>
- KRAUS, Vilém, Vítězslav HUBÁČEK a Petr ACKERMANN. *Rukověť vinaře*. 2. Praha: Nakladatelství Brázda, 2010. ISBN 978-80-209-0378-5.
- KUMŠTA, Michal, Pavel PAVLOUŠEK a Jan KUPSA. Phenolic profile in Czech white wines from different terroirs. *Food Science and Biotechnology* [online]. 2012b, 21(6), 1593-1601 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1007/s10068-012-0212-0. ISSN 1226-7708. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10068-012-0212-0>
- KUMŠTA, Michal, Pavel PAVLOUŠEK a Jan KUPSA. Influence of terroir on the concentration of selected stilbenes in wines of the cv. Riesling in the Czech Republic. *Horticultural science*. 2012a. zv. 39, č. 1, s. 38-46. ISSN: 0862-867X.
- KUNKEE, R.E. Selection and modification of yeasts and lactic acid bacteria for wine fermentation. *Food Microbiology* [online]. 1984, 1 (4), 315-332 [cit. 2017-03-10]. DOI: 10.1016/0740-0020(84)90065-0. ISSN 07400020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0740002084900650>
- LAFON-LAFOURCADE, S. Wine and Brandy. *Biotechnology*. 1983. zv. 5, s. 81-163.

- LE JEUNE, Christine, Claude ERNY, Catherine DEMUYTER a Marc LOLLIER. Evolution of the population of *Saccharomyces cerevisiae* from grape to wine in a spontaneous fermentation. *Food Microbiology* [online]. 2006, 23 (8), 709-716 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/j.fm.2006.02.007. ISSN 07400020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002006000517>
- LEMA, C., GARCIA-JARES, C., ORRIOLS, I. a ANGULO, L. Contribution of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* populations to the production of some components of Albariño wine aroma. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1996, 47 (2), 206-216.
- MARTINS, Viviana, Elias BASSIL, Mohsen HANANA, Eduardo BLUMWALD a Hernâni GERÓS. Copper homeostasis in grapevine: functional characterization of the *Vitis vinifera* copper transporter 1. *Planta* [online]. 2014, 240 (1), 91-101 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1007/s00425-014-2067-5. ISSN 0032-0935. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00425-014-2067-5>
- MATEICIUCOVÁ, Petra. *Vinařská mikrobiologie: pracovní sešit*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-465-5.
- MICHLOVSKÝ, Miloš. *Příprava bílých vín*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2014. ISBN 978-80-905319-4-9.
- PELIKÁN, Miloš, František DUDÁŠ a Drahomír MÍŠA. *Technologie kvasného průmyslu*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. ISBN 80-7157-578-X.
- POKORNÝ, Jan, František PUDIL a Helena VALENTOVÁ. *Sensorická analýza potravin: laboratorní cvičení*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1997. ISBN 80-7080-278-2.
- PRETORIUS, I. S. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast*. 2000, 16, 675-729.
- RAMÍREZ, Manuel, Rocío VELÁZQUEZ, Matilde MAQUEDA, Emiliano ZAMORA, Antonio LÓPEZ-PIÑEIRO a Luis M. HERNÁNDEZ. Influence of the dominance of must fermentation by *Torulaspora delbrueckii* on the malolactic fermentation and organoleptic quality of red table wine. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2016, 238, 311-319 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.029. ISSN 01681605. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160516305207>
- RANDUŠKA, Peter. *Vademecum o víne*. Bratislava: Ikar, 2009. ISBN 978-80-551-2012-6.

- RENOUF, VINCENT, OLIVIER CLAISSE a ALINE LONVAUD-FUNEL. Understanding the microbial ecosystem on the grape berry surface through numeration and identification of yeast and bacteria. *Australian Journal of Grape and Wine Research* [online]. 2005, 11 (3), 316-327 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2005.tb00031.x. ISSN 1322-7130. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00031.x>
- RIBÉREAU-GAYON, Pascal. *Handbook of enology*. volume 1, The microbiology of wine and vinifications. 2nd ed. Přeložil Jeffrey M. BRANCO. Chichester, West Sussex, England: John Wiley, c2006. ISBN 9780470010365.
- ROMANO, Patrizia, Giovanna SUZZI, G. COMI a R. ZIRONI. Higher alcohol and acetic acid production by apiculate wine yeasts. *Journal of Applied Bacteriology* [online]. 1992, 73(2), 126-130 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1992.tb01698.x. ISSN 00218847. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.1992.tb01698.x>
- SADOUDI, Mohand, Raphaëlle TOURDOT-MARÉCHAL, Sandrine ROUSSEAU, et al. Yeast-yeast interactions revealed by aromatic profile analysis of Sauvignon Blanc wine fermented by single or co-culture of non-Saccharomyces and Saccharomyces yeasts. *Food Microbiology* [online]. 2012, 32 (2), 243-253 [cit. 2017-03-09]. DOI: 10.1016/j.fm.2012.06.006. ISSN 07400020. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S074000201200130X>
- SANNINO, Ciro, Nicola FRANCESCA, Onofrio CORONA, Luca SETTANNI, Margherita CRUCIATA a Giancarlo MOSCHETTI. Effect of the natural winemaking process applied at industrial level on the microbiological and chemical characteristics of wine. *Journal of Bioscience and Bioengineering* [online]. 2013, 116 (3), 347-356 [cit. 2017-03-13]. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2013.03.005. ISSN 13891723. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1389172313000844>
- SODEN, A., I.L. FRANCIS, H. OAKLEY a P.A. HENSCHKE. Effects of co-fermentation with *Candida stellata* and *Saccharomyces cerevisiae* on the aroma and composition of Chardonnay wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* [online]. 2000, 6 (1), 21-30 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2000.tb00158.x. ISSN 1322-7130. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-0238.2000.tb00158.x>
- ŠRONER, Peter. *Způsoby hodnocení terroir ve vinicích a vínech tradičních vinařských zemí*. Lednice, 2013, 54 s. Bakalárska práca. Mendelova univerzita v Brně.

- STEIDL, Robert a Wolfgang RENNER. *Problémy kvašení vín*. Valtice: Národní salon vín, 2004. ISBN 80-903201-3-9.
- STRAPINA, Zdeněk. *Vliv různých metod zákvasů révových moštů na analytické a senzorické parametry vín*. Lednice, 2014, 57 s. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně.
- TEPER, Filip. Analýza vína pomocí FTIR. *Vinařský obzor*. 2013, 9, s. 462-463.
- TŮMA, Ivan. *Mikrobiologie: (pro zahradnické obory)*. Díl 1., Obecná část. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015a. ISBN 978-80-7509-226-7.
- TŮMA, Ivan. *Mikrobiologie: (pro zahradnické obory)*. Díl 2., Ekologie mikroorganismů. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015b. ISBN 978-80-7509-227-4.
- VALERO, E, D SCHULLER, B CAMBON, M CASAL a S DEQUIN. Dissemination and survival of commercial wine yeast in the vineyard: A large-scale, three-years study. *FEMS Yeast Research* [online]. 2005, 5 (10), 959-969 [cit. 2017-03-14]. DOI: 10.1016/j.femsyr.2005.04.007. ISSN 15671356. Dostupné z: <https://academic.oup.com/femsyr/article-lookup/doi/10.1016/j.femsyr.2005.04.007>
- VARELA, C., T. SIEBERT, D. COZZOLINO, L. ROSE, H. MCLEAN a P.A. HENSCHKE. Discovering a chemical basis for differentiating wines made by fermentation with 'wild' indigenous and inoculated yeasts: role of yeast volatile compounds. *Australian Journal of Grape and Wine Research* [online]. 2009, 15 (3), 238-248 [cit. 2017-03-20]. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2009.00054.x. ISSN 13227130. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-0238.2009.00054.x>
- WEBER, H. N. J. W. Kreger-van Rij (Editor), *The Yeasts — a Taxonomic Study* (3rd revised and enlarged edition) XVI + 1082 S., 404 Abb., 42 Tab. Amsterdam 1984. Elsevier Science Publishers B V. ISBN: 0-444-80421-8. *Journal of Basic Microbiology* [online]. 1985, 25(8), 520-520 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1002/jobm.3620250815. ISSN 0233111x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jobm.3620250815>
- WONDRA, M. a M. BEROVIČ. Aroma Components of Chardonnay Wine. *Food technology and biotechnology*. 2001, 39 (2), 141-148.
- YARROW, D. a T. NAKASE. DNA base composition of species of the genus *Saccharomyces*. *Antonie van Leeuwenhoek* [online]. 1975, 41(1), 81-88 [cit. 2017-03-08]. DOI: 10.1007/BF02565038. ISSN 0003-6072. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF02565038>