

Mendelova univerzita v Brně
Zahradnická fakulta v Lednici



**Zahradnická
fakulta**

**MOŽNOSTI REGULACE KYSELIN V HROZNOVÝCH
MOŠTECH A VÍNECH**
Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce :

Ing. Miroslav Horák

Vypracoval:

Lenka Pribilová

Lednice 2014

Zadanie

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som prácu: Možnosti regulácie kyselín v hroznových muštoch a vínach vypracovala samostatne a všetky použité pramene a informácie uvádzam v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou *Smernicou o zverejňovaní vysokoškolských prác*.

Som si vedomá, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzavretie licenčnej zmluvy a využitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití 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 konzultantovi mojej bakalárskej práce Ing. Miroslavovi Horákovi za odborné vedenie a cenné pripomienky pri tvorbe bakalárskej práce. Súčasne ďakujem všetkým, ktorí mi vyšli v ústrety pri tvorbe bakalárskej práce.

Zoznam obrázkov

Obr. 1 kyselina vínna

Obr. 2 kyselina jablčná

Obr. 3 kyselina citrónová

Obr. 4 kyselina L (+) a D (-) mliečna

Obr. 5 Odbúranie kyseliny jablčnej za vzniku kyseliny mliečnej a oxidu uhličitého

Zoznam tabuliek

Tab. 1: Zloženie strapca hrozna z bobule a strapiny

Tab. 2: Namerané pH pred začiatkom a po skončení jablčno-mliečnej fermentácie

Tab. 3: Zastúpenie jednotlivých kyselín pred začiatkom a po skončení jablčno-mliečnej fermentácie

Zoznam grafov

Graf 1: Hodnota pH pred a po JMF

Graf 2: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Dunaj

Graf 3: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Merlot

Graf 4: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Zweigeltrebe

Graf 5: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Frankovka modrá

Graf 6: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Rulandské modré

OBSAH

| | |
|--|----|
| 1 ÚVOD | 7 |
| 2 CIEĽ PRÁCE | 8 |
| 3 LITERÁRNY PREHĽAD | 9 |
| 3.1 Hrozno révy vínnej..... | 9 |
| 3.1.1 Strapina..... | 10 |
| 3.1.2 Bobule..... | 10 |
| 3.2 Chemické zloženie plodu révy vínnej | 11 |
| 3.2.1 Voda..... | 11 |
| 3.2.2 Cukor..... | 12 |
| 3.2.3 Organické kyseliny | 12 |
| 3.2.4 Minerálne látky..... | 17 |
| 3.2.5 Dusíkaté látky | 17 |
| 3.2.6 Pektínové látky | 18 |
| 3.2.7 Tuky, vosky a oleje..... | 18 |
| 3.3 Fyziologické zmeny v priebehu zrenia bobúľ..... | 18 |
| 3.3.1 Rast hrozna..... | 19 |
| 3.3.2 Zrenie hrozna..... | 19 |
| 3.3.3 Prezrievanie..... | 21 |
| 3.3.4 Faktory ovplyvňujúce rast, zrenie a kvalitu hrozien..... | 21 |
| 3.4 Možnosti regulácie obsahu kyselín..... | 25 |
| 3.4.1 Znižovanie obsahu kyselín..... | 25 |
| 3.4.2 Zvyšovanie obsahu kyselín | 34 |
| 4 MATERIÁL A METODIKA | 36 |
| 4.1 Materiál..... | 36 |
| 4.2 Použité metódy..... | 37 |
| 4.2.1 Stanovenie pH | 37 |
| 4.2.2 Enzymatické stanovenie organických kyselín | 37 |
| 4.3 Postupy spracovania vzoriek..... | 38 |
| 5 VÝSLEDKY A DISKUSIA | 40 |
| 6 ZÁVER | 46 |
| 7 ZHRNUTIE | 48 |
| 8 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 49 |

1 ÚVOD

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou regulácie obsahu kyselín vo vínach a muštach. Acidicky aktívne látky sú významnými zložkami vín. Najmä organické kyseliny sa vo veľkej miere podieľajú na zložení vín, ich mikrobiálnej, fyzikálno-chemickej stabilite a organoleptických vlastnostiach.

Hrozno je základnou surovinou na výrobu vína a podstatnou mierou ovplyvňuje kvalitu vína. Ako v každom potravinárskom odvetví platí, že aby sme získali kvalitný produkt, musíme k výrobe použiť kvalitný materiál (KOVÁČ, 1990).

Kvalita a výsledná akosť vína je úzko spojená s obsahom organických kyselín obsiahnutých vo vinných hroznách, pričom najväčší vplyv na celkový dojem z vína majú kyselina jablčná a vinná. Rozhodujúce je však ich pomerové zastúpenie, ktoré je ovplyvnené predovšetkým zrelosťou hrozien a technologickým spracovaním.

Množstvo kyseliny vínnej v hrozne závisí na veľa faktoroch, ako sú napríklad klimatické podmienky, spôsob pestovania, doba zberu a mnoho ďalších. Kyselina jablčná sa v hroznách znižuje zrením. Jej množstvo v hroznách je v severných oblastiach vyššie ako v južných oblastiach. Pre zníženie obsahu kyseliny jablčnej vo víne sa využívajú mliečne baktérie *Oenococcus oeni*, ktoré sa čoraz viac využívajú na riadenú bakteriálnu degradáciu ostrej kyseliny jablčnej na hladšiu kyselinu mliečnu. Výhody sú nesporné, najmä v ročníkoch s vysokou aciditou, kedy je možné previesť riadené biologické odbúranie kyselín. Tým sa víno stáva plnšie, zharmonizuje sa a zvýši sa mikrobiálna stabilita vína. Tento enologický krok je dôležitý najmä pre chladnejšie oblasti a najviac využívaný u červených vín.

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom bakalárskej práce bolo popísať vybrané organické kyseliny v muštoch a vínach, ozrejmiť fyziologické procesy pri zrení hrozien, ktoré ovplyvňujú obsah kyselín. Popísať metódy, ktorými možno ovplyvniť obsah kyselín v muštoch a vínach, od agrotechnických zásahov vo vinici až po technologické úpravy pri výrobe a zrení vína.

3 LITERÁRNY PREHĽAD

3.1 Hrozno révy vínnej

Chemické a senzorické zloženie bobule je výrazne určené odrodou viniča hroznorodého, ale zároveň rozhodujúcim spôsobom ovplyvnené podmienkami okolitého prostredia a agrotechnickými zásahmi pri pestovaní viniča (PAVLOUŠEK, 2008).

Mechanické zloženie bobule hrozna sa skladá zo šupky, dužiny a semien. Chemické zloženie hrozna je veľmi rozmanité. Hrozno obsahuje cukry, kyseliny, vodu, triesloviny, dusíkaté látky, aromatické látky a iné. Tieto látky nie sú vo všetkých častiach hrozna rovnako zastúpené (FARKAŠ, 1973).

Bobule hrozienu sú na povrchu chránené voskovou vrstvou, ktorá odpuďzuje vodu. Tenká vosková vrstva (kutikula) poťahuje celú bobuľu a chráni ju pred mechanickým poškodením a nadmerným vyparovaním. Pod ňou sa nachádza šupka, ktorá obsahuje väčšinou farbiva, triesloviny, minerálne látky a pektíny. Bunky dužiny bobule sú veľké, položené v radiálnom smere, majú slabé steny a sú naplnené šťavou. V strede bobule sú uložené 1 až 4 semien. Čím viac je semien v bobuli, tým je bobuľa väčšia, ale obsah cukru v nej je nižší. V semenách i strapine je veľa tzv. tvrdých trieslovín, a preto by sa pri spracovaní hrozienu nemali tieto časti narušiť (KRAUS et al., 2005).

| | | Hmotnostný podiel | Podiel trieslovín |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Bobule | Vosková vrstva | | |
| | Šupka s trieslovinami a farbivami | 15 – 20 % | 6 % |
| | Dužina | 70 - 80 % | 2 % |
| | Semienka | 2 - 6 % | 52 % |
| Strapina | Stopka s hlavnou a vedľajšími osami | 3-5 % | 40 % |

Tab. 1. Zloženie strapca hrozna z bobule a strapiny (STEIDL, 2002)

3.1.1 Strapina

Strapiny formujú stravec a sú nositeľmi bobúľ. Okrem toho vykonávajú funkciu vodivých pletív medzi stopkami a bobuľami, čiže medzi listami a plodmi na jednej strane, koreňmi a plodom na strane druhej (LAHO et al., 1970). Tvorí kostru strapca, je rozkonárená a zakončená strapčekmi, na ktorých sú bobule. Cez stopku vnikajú do bobúľ živiny. Spočiatku býva strapina zelená, neskôr pri dozrievaní hnedne a drevnatie. Zo zelenej, nedozretej strapiny sa do muštu môžu vylúhovať triesloviny a chlorofyl, ktoré môžu poškodiť senzorické vlastnosti vína. Podľa stupňa zrelosti obsahujú vodu, minerálne látky, drevnaté látky, triesloviny, organické kyseliny a dusíkaté látky. Veľkosť strapiny závisí od kultivaru a fázy zrelosti. Pohybuje sa zvyčajne medzi 3-5 % celkovej hmotnosti strapca ako je vidieť v tabuľke 1 (PELIKÁN et al., 1996; STEIDL, 2002).

3.1.2 Bobule

Z celkového objemu hrozna tvoria 95-98 %. Bobule viniča sú veľmi rôznorodé svojim tvarom a veľkosťou. Ich tvar sa môže meniť podľa odrody a čiastočne aj podľa ekologických podmienok a spôsobu pestovania. Môžu mať tvar guľatý, vajíčkovitý aj podlhovastý. Skladajú sa zo šupky, semienok a dužiny (PAVLOUŠEK, 2011; STEIDL, 2002).

Šupka - je potiahnutá jemnou voskovou vrstvou, ktorá zabraňuje vznikaníu a vyparovaniu sa vody z bobule. Pri dažďoch chráni pred rozmočením bobule a zamedzuje infekcii choroboplodných mikroorganizmov (KRAUS et al., 2005). Šupka bobule pozostáva z 10-12 vrstiev relatívne malých buniek, ktoré sú zodpovedné za mechanickú pevnosť a ochranu. Každá bunka je zložená z elementárnych vlákien celulózy pre dosiahnutie pevnosti v ťahu a základnej hmoty z hemicelulózy, proteínov a pektínových látok dodávajúcich pružnosť. Obsahuje prevažujúce množstvo fenolických látok ako sú triesloviny, farbivá, minerálne látky. Šupka tvorí 15-25 % celkovej hmotnosti bobule ako je vidieť v tabuľke 1 (STEIDL, 2002). Látky vyskytujúce sa v šupkách majú najväčší vplyv na chuť, vôňu a charakter odrody budúceho vína. V šupkách bielych odrôd sa nachádzajú žltozelené farbivá flavanoly a chlorofyl. V červených a modrých odrodách sú to červené farbivá anthokyany. Pri

príprave červeného vína, je vylúhovanie šupky bobúľ veľmi dôležité pre uvoľnenie farbiva a trieslovín (FARKAŠ, 1983; STEIDL, 2002).

Dužina bobule - je najdôležitejšia súčasť, ktorá tvorí 70-80 % celkovej hmotnosti bobule načo poukazuje tabuľka 1. Má veľmi veľké bunky, ktoré majú veľmi slabé a málo stabilné steny. V nich sa nachádza najväčšie množstvo šťavy, ktorú je možné ľahko získať. Jej hlavnými zložkami sú cukry, glukóza, fruktóza, kyseliny vinná a jablčná (STEIDL, 2002). Dužina býva tiež bohatá na kationty, z ktorých je najvýznamnejší draslík, vápnik, horčík, sodík a zinok. Sekundárne metabolity v dužine zastupujú aromatické látky (PAVLOUŠEK, 2011). Konzistencia dužiny závisí na odrode hrozna. Stolné odrody majú dužinu mäsitú a chrumkavú, muštové zasa riedko šťavnatú. Stav dužiny má vplyv na spôsob lisovania a vylisovania muštu. Približne 8 % z celkovej hmotnosti dužiny pripadá na cieвне zväzky, zvyšok je sladká šťava čiže mušt (HUBÁČEK, 1996).

Semená - sú pevnou súčasťou hrozna, býva ich 1-4 v jednej bobuľi. Hmotnostný podiel semien 2-6 % čo je vidieť v tabuľke 1. Niektoré stolné odrody sú vyšľachtené na produkciu bezsemenných plodov. Pri dozrievaní sa semená zafarbia na hnedo, zoschnú a zníži sa ich hmotnosť. Obsahujú oleje a triesloviny. Triesloviny sú jemné a sú vítané pri vylúhovaní do červených vín. Oleje sú žltozelené až zelené (PELIKÁN et al., 1996).

3.2 Chemické zloženie plodu révy vínnej

Chemické zloženie hrozna ovplyvňuje veľa faktorov a to napríklad: odroda, stupeň zrelosti, enviromentálne faktory, spôsob pestovania, ročník a iné. Hlavnými zložkami hroznového muštu sú voda, cukry, kyseliny, triesloviny a fenolové zložky. Mušt obsahuje aj minerálne látky najmä draselné a vápenné soli, dusíkaté látky, enzýmy, vitamíny, tuky, vosky a oleje.

3.2.1 Voda

Obsahovo najvýznamnejšia súčasť bobule révy vínnej. Takmer 99 % jej celkového obsahu v mušte prijíma réva vína koreňovým systémom z pôdy. Objem plodu sa zväčšuje v dôsledku hromadenia vody v bobuliach. Regulácia rastu plodu preto vyžaduje určité usporiadanie medzi transportom vody a roztokov. Transpiráciu bobúľ podmieňuje odroda, vývojové štádium a umiestnenie bobúľ v hrozne. Pri prezrievaní

hrozien dochádza k stratám vody a to v dôsledku odparovania alebo napadnutím hrozien ušľachtitou šedou hnilobou (*Botrytis cinerea*), ktorá spôsobuje koncentráciu obsahových látok v bobuli (MATTHEWS, SHACKEL, 2005).

3.2.2 Cukor

Najvýznamnejším cukrom je sacharóza, ktorá sa v bobuliach enzymaticky štiepi na D – glukózu a D – fruktózu. Pomer týchto dvoch hlavných cukrov sa mení počas dozrievania hrozien. Ďalšie cukry, ktoré sa v stopovom množstve vyskytujú v bobuliach, patria L – arabinóza, D – axylóza, D – ribóza a L – rhamnóza. Ich obsah v hroznách však nemá prakticky význam, pretože neovplyvňujú senzoricky vlastnosti vína. Cukry vznikajú predovšetkým v listoch a v malom množstve v zelených bobuliach. Základným fyziologickým dejom, ktorý sa podieľa na tvorbe cukrov je fotosyntéza. Dostatočne veľká a zdravá listová plocha je základom pre kvalitnú cukornatosť hrozna. Na začiatku obdobia rastu je v hrozne obvykle prítomnej viac glukózy ako fruktózy, ale silný vývoj fruktózy je príčinou toho, že v období zberu sú ich koncentrácie vyrovnané. Obsah cukru určuje tzv. cukornatosť hrozna, ktorá je základným parametrom pre zatriedenie vín do akostných tried, pretože sa od nej odvíja potenciálny obsah alkoholu v budúcom víne (PAVLOUŠEK, 2010; PAVLOUŠEK, 2011).

3.2.3 Organické kyseliny

Ďalšou významnou skupinou látok vyskytujúcich sa v bobuliach sú organické kyseliny. Obsah a zloženie kyselín najvýraznejšie ovplyvňujú klimatické podmienky, a to najmä teplota v dobe po mäknutí bobúľ. Kvasinky a baktérie vyskytujúce sa vo víne ovplyvňujú množstvo kyselín pri alkoholickom kvasení, ale aj pri školení a zrení vína (VOLSCHENK et al., 2006; SAAYMANN et al., 2006). K hlavným organickým kyselinám hrozien patria L (+) – kyselina vinná, L (-) – kyselina jablčná a kyselina citrónová. V dobe zrenia hrozien dominujú predovšetkým kyselina vinná a kyselina jablčná. Obsah titrovateľných kyselín má význam pre správne stanovenie termínu zberu. Listy a nezrelé zelené bobule môžu syntetizovať kyselinu vinnú aj kyselinu jablčnú. Fotosyntéza v zelených bobuliach zodpovedá za akumuláciu približne 50 % organických kyselín (PAVLOUŠEK, 2011; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Organické kyseliny požičiavajú prostredníctvom uvoľneného vodíkového protónu révovým vínam kyslú chuť. Vedľa tejto primárnej organoleptickej vlastnosti významne ovplyvňujú mikrobiálnu a fyzikálno-chemickú stabilitu vín, redoxný potenciál, schopnosť vína k číreniu a rozsah využiteľnosti dodávaného oxidu siričitého (BALÍK, 2005).

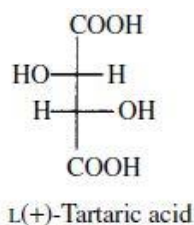
Pri hodnotení kyselín v mušte sa uvádza najčastejšie celková kyslosť alebo tiež titrovateľné kyseliny (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Pokles obsahu organických kyselín začína v priebehu dozrievania bobúľ s náhlym nástupom oxidácie kyseliny jablčnej. Organické kyseliny a pH určujú chuťové a aromatické vlastnosti vína, priamo svojou účasťou v chemických reakciách, nepriamo modifikovaním podmienok pre radu enzymatických pochodov, alebo zmenami vo vnímaní iných organolepticke aktívnych látok (BALÍK, 2005). Hodnota pH ovplyvňuje najmä pomer medzi obsahom kyseliny vínnej a jablčnej. Hroznový mušt taktiež obsahuje malé množstvo kyseliny jantárovej, šťaveľovej, glykolovej, askorbovej a octovej (PAVLOUŠEK, 2011; VOLSCHEK et al., 2006).

Kyselina vínna (*Acidum tartaricum*)

Kyselina vínna je najdôležitejšou kyselinou v mušte a vo víne. V prírode sa vyskytuje ako kyselina L (+) – vínna, teda pravotočivá. Nachádza sa vo všetkých častiach révového kra. Po chemickej stránke je to kyselina dihydroxyjantárová zo sumárnym vzorcom: $\text{COOH-CHOH-CHOH-COOH}$

Kyselina vínna sa hromadí najmä v šupke a vo vonkajšej časti dužiny, je zodpovedná za kyslú chuť hrozna a vína. V plodoch je obsiahnutá ako voľná alebo vo forme soli čiže vínanov. V révovom mušte je najdôležitejšou kyselinou pretože je takmer stála. Pri raste bobúľ sa množstvo kyseliny vínnej značne zvyšuje, ako náhle však hrozno dozrieva už sa kyselina vínna netvorí, ale viaže sa na vápnik či draslík vo forme ťažko rozpustných vínanov. Pri reakcii s draslíkom, kyselina vínna reaguje s chloridom draselným v prostredí kyseliny octovej za vzniku vínanu draselného čiže vínneho kameňa. S vápnikom vzniká ťažko rozpustná forma vínanu vápenatého, tzv. Catratarátu. Množstvo voľnej kyseliny vínnej v mušte zo zelených bobúľ sa obvykle znižuje na 20-25 % pôvodného množstva (LAHO et al., 1970; STEIDL, 2002; PAVLOUŠEK, 2011).

Kyselina vínná sa vytvára z glukózy, ktorá pri tejto reakcii prechádza na kyselinu keto-5-glukanovú a na aldehyd kyseliny vínnej, ktorý následne oxiduje na kyselinu vínnu a glykolovú. Koncentrácia kyseliny vínnej v dobe mäknutia dosahuje hladiny 15 g.l^{-1} a počas zrenia klesá. V závislosti na odrode a ročníku klesá na hodnoty v priemere $6 (9-3) \text{ g.l}^{-1}$ (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Kyselina L (-) vínná sa v prírode nevyskytuje, ale je možné ju získať štiepením kyseliny hroznovej. Kyselina hroznová tiež nie je prirodzenou zlúčeninou, ale môžeme ju pripraviť rôznymi syntetickými zlúčeninami. Posledná forma kyseliny vínnej je kyselina mezovínná vzniká z kyseliny L-vínnej a slúži ako stabilizačný prostriedok proti nežiaducemu vypadávaniu vínného kameňa. Zmena obsahu kyseliny vínnej býva minimálna a súvisí s množstvom draslíku v pôde.



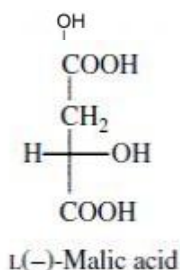
Obr. 1 kyselina vínná (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006)

Kyselina jablčná (*Acidum malicum*)

Kyselina jablčná je v prírode značne rozšírená. V prírode je zastúpená ako kyselina L (-) – jablčná. Nachádza sa takmer vo všetkých šťavách bobuľového ovocia. Je veľmi dôležitou súčasťou kyselín hroznových bobúľ, nachádza sa tiež v listoch a stopkách. Kyselina jablčná (hydroxybutandiová) je organická dikarboxylová hydroxykyselina, ktorá patrí k významným nositeľom kyslej chuti. Chemicky sa jedná o kyselinu monohydroxyjantárovú zo sumárnym vzorcom: $\text{COOH-CHOH-CH}_2\text{-COOH}$.

Obsah kyseliny jablčnej v hroznách je obrazom ročníku a agrotechnických zásahov, ktoré boli na kre révy vykonané. Kyselina jablčná dáva vínam typickú sviežosť a jej nedostatok nie je možné zo sensorického hľadiska nahradiť kyselinou vínnou (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Na rozdiel od kyseliny vínnej je málo stála čiže málo odolná voči kyslíku, najmä pri vyššej teplote. Má intenzívnu, ostrú, hrubú až trpkú chuť. Pokiaľ je jej pomer voči ostatným kyselinám a zložkám vo víne vyvážený, nazýva sa takéto víno ako tvrdé.

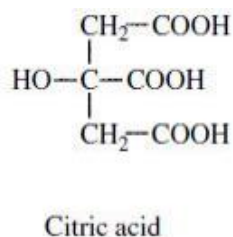
Nezrelé bobule obsahujú 15-20 g.l⁻¹ kyseliny jablčnej, ale jej obsah sa výrazne znižuje dýchaním a časť sa neutralizuje zásadami vo forme soli. Na počiatku mäknutia bobúľ je jej koncentrácia až 25 g.l⁻¹, ale v priebehu 14 dní klesá až na polovicu a potom stále jej obsah klesá až na hladinu 8-1 g.l⁻¹. Kyselina jablčná sa odbúrava hlavne predychávaním za teplého a slnečného počasia, rozkladá sa na oxid uhličitý a vodu, ktoré sú využiteľné priamo pri fotosyntéze, časť sa neutralizuje zásadami vo forme solí. Kyselina jablčná sa mení na fruktózu a glukózu, ktoré sa využívajú ako zdroj uhlíku a energie pri dýchaní. Kyselina jablčná poskytuje hroznám a vínam tzv. zelenú chuť s ostrými, hrubými nezrelými tónmi. Vo víne je množstvo kyseliny jablčnej ovplyvnené malolaktickou fermentáciou čiže jablčno-mliečnym kvasením (FARKAŠ, 1973; PAVLOUŠEK, 2011; LAHO et al., 1970; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).



Obr. 2 kyselina jablčná (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006)

Kyselina citrónová (2-hydroxy-1,2,3-propan-trikarboxylová kyselina)

Patrí medzi kyseliny prirodzene sa vyskytujúce v rastlinách. Koncentrácia kyseliny citrónovej v plnej zrelosti dosahuje podľa odrody 0,1-0,5 g.l⁻¹. V hroznách napadnutých ušľachtilou hnilobou však môže jej koncentrácia presiahnuť až 0,6 g.l⁻¹, vyšší obsah sa tiež nachádza v ľadovom víne. Celkový obsah kyseliny citrónovej nesmie prekročiť 1 g.l⁻¹. Kyselina citrónová je stabilizačným prvkom proti kovovým zákalom na základe schopnosti vytvárať komplexy s iontami kovov. Má veľmi dôležitú úlohu v metabolizme, predovšetkým v Krebsovom cykle. Kyselina citrónová spomaľuje rast kvasiniek, ale neblokuje ich (STEIDL, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).



Obr. 3 kyselina citrónová (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006)

Kyselina mliečna

Kyselina mliečna, 2-hydroxypropánová, vzniká pri anaeróbnom mliečnom kvasení sacharidov a vyskytuje sa v dvoch formách L (+) a D (-) mliečna kyselina (VELÍŠEK, 2002). Kyselinu D (-) mliečnu môžu vytvárať kvasinky z cukrov až do 2 g.l^{-1} a L (+) kyselinu mliečnu $0-6 \text{ g.l}^{-1}$, ktoré podporujú baktérie počas jablčno-mliečnej fermentácie (BALÍK, 2005). Jablčno-mliečna fermentácia je sekundárna fermentácia mladého vína spočívajúca na dôležitom metabolickom procese bakteriálnej dekarboxylácie kyseliny L (+) jablčnej na kyselinu L (+) mliečnu a oxid uhličitý a na tvorbe vedľajších produktov fermentácie. Tento proces sprevádza a ovplyvňuje množstvo faktorov. Na rozdiel od kyseliny jablčnej, dodáva vínu hladkú chuť a stabilitu. V hroznových muštokoch a ovocných šťavách sa nenachádza. Je produktom biologického odbúrania kyseliny jablčnej (VIDAL et al., 2001; MALÍK, 1996; LAHO et al., 1970).



Ostatné kyseliny

Kyselina jantárová sa vyskytuje predovšetkým v nezrelých hroznách a dozrievaním hrozien jej obsah klesá. Vzniká predovšetkým odbúraním kyseliny jablčnej kvasinkami a je tak pravidelne vznikajúcim vedľajším produktom kvasenia. Jej obsah sa v priemere pohybuje do 1 g.l^{-1} (STEIDL, 2002). Vytvára sa počas kvasenia pôsobením kvasiniek, je produkovaná všetkými živými organizmami a je zapojená do Krebsovho cyklu spoločne s kyselinou fumarovou (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Kyselina glykolová je prítomná v nezrelých bobuliach a oxidáciou prechádza na kyselinu šťaveľovú. Kyselina šťaveľová sa vyskytuje predovšetkým v bobuliach vo forme vápenatých solí (FARKAŠ, 1972).

Kyselina pyrohroznová sa zúčastňuje výmeny látok. Jej koncentrácia vo víne je veľmi nízka. Enzymatická dekarboxylácia kyseliny pyrohroznovej je redukovaná na etanol počas alkoholického kvasenia. Jeho enzymatická, mikrobiálna alebo dokonca chemická oxidácia produkuje kyselinu octovú (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Spolu s kyselinou ketoglutarovou kyselina pyrohroznová zasahuje do oxidačno-redukčných reakcií vyvážovaním oxidu siričitého (BALÍK, 2005).

Kyselina kaftarová je významná pre svoje redukčné vlastnosti podobne ako kyselina askorbová. Vyskytuje sa v radách jednotiek až desiatok mg.l^{-1} , ale jej príspevok k celkovej kyslosti je zanedbateľný. Glukonová kyselina je charakteristickým metabolitom, ktorý sa stáva ukazovateľom zdravotného stavu hroziien (VINARŠKÝ OBZOR, 2013).

3.2.4 Minerálne látky

Významnou zložkou muštu sú minerálne látky, ktoré sa nachádzajú v mušte od 3-5 g.l^{-1} . Najväčší podiel má draslík, vápnik a horčík. Vo väčšom množstve sú v mušte obsiahnuté minerálne látky ako kyselina fosforečná, kyselina sírová, kyselina kremičitá, chlór, draslík, vápnik, horčík, sodík, železo a bór. Minerálne látky sa zúčastňujú na biochemických a fyzikálno-chemických procesoch ako stopové prvky (FARKAŠ, 1983).

Minerálne látky ovplyvňujú fyziologické procesy v rastline. Réva vinná prijíma minerálne látky a vodu. Prijíma ich z pôdy predovšetkým vo forme roztokov koreňovým systémom a čiastočne listovou plochou. Množstvo týchto látok závisí na počasi, druhu pôdy, hnojení, odrode a zrelosti. Množstvo minerálnych látok v bobuliach priamo ovplyvňujú kvalitatívne parametre muštov a vín. Patrí k nim extrakt vína, ktorý sa podieľa na tvorbe chuťových vlastností, vôňa, sviežosť, farba. Minerálne látky sú dôležité pre rast a činnosť kvasiniek. V červených vínach nachádzame väčšie množstvo minerálnych látok ako vo vínach bielych (STEIDL, 2002; PAVLOUŠEK, 2011; ŠVEJCAR, 1986; PAVLOUŠEK, 2010).

3.2.5 Dusíkaté látky

Niektoré z dusíkatých látok prítomných v mušte sa počas kvasenia celkom spotrebujú, iné prechádzajú z časti na príslušné alkoholy alebo kyseliny. Zloženie a obsah dusíkatých látok priamo pôsobia na kvalitu vína, majú vplyv na činnosť kvasiniek a tvorbu aromatických látok vo víne (FARKAŠ, 1983). Hlavnými dusíkatými zlúčeninami bývajú aminokyseliny, bielkoviny a zlúčeniny obsahujúce dusík v amónnej forme. Množstvo dusíkatých látok v hroznách ovplyvňuje odroda, podnož, ročník,

spôsob ošetrovania vinice, napadnutie hubovými chorobami, hnojenie, ale aj ošetrovanie pôdy vo vinici (PAVLOUŠEK, 2011; STEIDL, 2002). Pre kvalitu hrozienu a vína je najdôležitejší obsah asimilovateľného dusíku, ktorý sa skladá z voľných aminokyselín a amónnych iontov. Voľné aminokyseliny v mušte predstavujú zdroj dusíku pre kvasinky. Minimálna hodnota pre úspešné kvasenie muštu je $0,15 \text{ g.l}^{-1}$. V priebehu kvasenia sa obsah dusíkatých látok znižuje, avšak po kvasnom procese sa opäť v dôsledku pokračujúcej autolýzy kvasiniek zvyšuje (PAVLOUŠEK, 2011). V súčasnej dobe je obsahu využiteľného dusíku venovaná zvýšená pozornosť, pretože sa ukazuje, že ide o parameter významne ovplyvňujúci kvalitu vína (VINARŠKÝ OBZOR, 2013).

3.2.6 Pektínové látky

Pektíny sa nachádzajú v rastlinných pletivách, bobuliach hrozienu a ovocných šťavách. V nezrelých hroznách je obsiahnutý protopektín. Pri zrení hrozienu sa protopektín mení vplyvom kyselín a enzýmov pektinázy na pektín. Pektíny a kyselina pektínová pôsobia v mušte a vo víne ako ochranné koloidy a znemožňujú sedimentáciu, čírenie a filtráciu vína. Pri spracovaní hrozienu s vyšším obsahom pektínov je výlisnosť muštu veľmi nízka. Hrozno obsahuje do 2 g.l^{-1} pektínu, víno obsahuje do 1 g.l^{-1} (FARKAŠ, 1998; KRAUS et al., 1997; ZOECKLEIN, 1995).

3.2.7 Tuky, vosky a oleje

Vznikajú v hrozne a postupným zrením sa ich obsah zvyšuje. Nachádzajú sa najmä v semenách v množstve od 4 do 20 % (KRAUS et al., 1997). Pri drvení a stláčaní môže dôjsť vplyvom silnejšieho tlaku k uvoľneniu oleja. Olej zo semien obsahuje nenasýtené mastné kyseliny, ktorých je približne 90 % a to najmä kyselinu linoleovú a olejovú, stopy linoleonovej a nasýtené mastné kyseliny približne 10 % predovšetkým palmitová a stearová. Po oxidácii tieto oleje zhoršujú sensorické vlastnosti produktu (PASSOS, 2010).

3.3 Fyziologické zmeny v priebehu zrenia bobúľ

Znalosť morfológických, fyziologických a biochemických zmien, ktoré prebiehajú v bobuliach a hroznách počas vegetačného obdobia, je podstatou moderného vinohradníctva. Podľa nich sa môže presne určiť, kedy vo vinici môžeme uplatniť konkrétne agrotechnické zásahy ako sú zelené práce, ošetrovanie pôdy, výživu

a hnojenie, ochranu révy vinnej pred chorobami a škodcami, prípadne doplnkovú závlahu. Každoročný vegetačný cyklus viniča sa začína a končí s odchodom a príchodom zimy. Rovnako prakticky celoročná je však i starostlivosť človeka o vinohrad, ktorý v zimnom období treba dobre pripraviť na novú sezónu. Pri vývine hroznových bobúľ rozlišujeme dve hlavné obdobia a to obdobie rastu a obdobie zrenia (PAVLOUŠEK, 2011; LAHO et al., 1970; STEVENSON, 2002).

3.3.1 Rast hrozna

Rast hrozna sa začína kvitnutím a oplodnením a trvá až dovtedy, kým bobule úplne nenarastú. Kvitnutie trvá 40-45 dní. V tomto období sa zväčšuje hmotnosť a objem bobúľ hrozna. Bunky, ktoré sú vo vnútri bobule, rastú radiálne zvnútra na povrch a vytvárajú dužinu bobule. Z buniek sa na povrchu vytvára šupka. Aj keď bobule intenzívne rastú, cukor sa zvyšuje len nepatrne, na rozdiel od kyselín, ktorých obsah počas rastu bobúľ sa zvyšuje. V nezrelých bobuliach sa nachádza najmä kyselina jablčná, potom kyselina vinná a v malom množstve kyselina jantárová, šľaveľová a citrónová. Počas obdobia rastu zostávajú bobule tvrdé a zelené. Semená v bobuliach rastú a zostávajú mäkké a zelené. V tomto období je veľmi dôležitý prívod živín z listov. (LAHO et al., 1970; FARKAŠ, 1998; ŠVEJCAR, 1986).

3.3.2 Zrenie hrozna

Obdobie zrenia hrozienu sa vyznačuje prudkými kvalitatívnymi zmenami. Zrenie hrozna je charakterizované mäknutím bobúľ, ktoré sa stávajú priesvitnými. Pri vývoji bobule dochádza k zmenám veľkosti, zloženia, farby, textúry, aromatických a chuťových vlastností, citlivosti na hubové choroby a škodcov. Počas zrenia sa zvyšuje obsah cukrov v šľave bobúľ a zvyšuje sa ich hustota. Súčasne sa znižuje obsah všetkých kyselín, kyselina jablčná je predýchavaná na cukor. Zvonka sa bobule vyfarbujú a mäknú, stopky začínajú drevnatieť. Podľa zmien veľkosti a hmotnosti bobule a veľkosti semien môžeme rozlíšiť 3 vývojové fázy, pri ktorých sa výrazne menia aj obsahové látky. Je to interval medzi vznikom bobúľ a dozrievaním hrozienu (PAVLOUŠEK, 2011; FARKAŠ, 1998).

1. vývojová fáza bobule - prvá rastová fáza bobule začína po odkvetu révy vinnej a trvá približne 45–65 dní. Počas nej sa začínajú vytvárať bobule a zároveň aj základy semien. Intenzita rastu závisí na semenách, a na rastových hormónoch ako sú

giberliny a cytokíny, ktoré korešpondujú s počtom semien. Po odkvitnutí nastáva delenie a predlžovanie buniek v šupke aj dužine. Konečnú veľkosť bobule, a tým aj kvalitu ovplyvňuje počet, tvar a veľkosť buniek. Bunečné delenie začína okolo druhého týždňa po oplodnení a pokračuje do konca prvej fázy. V priebehu tejto fázy je chlorofyl dominantný vo všetkých častiach bobule. Odohráva sa tu intenzívna metabolická aktivita charakterizovaná zvýšenou respiráciou a rýchlou akumuláciou kyselín. Tvorba kyseliny jablčnej prebieha približne v čase mäknutia bobúľ. Organické kyseliny v bobuliach majú rolu potencionálnych kvalitatívnych ukazovateľov zrelosti. Na začiatku prvej fázy sa vytvárajú tiež hydroxyškoricové kyseliny, ktoré sa nachádzajú v šupke a dužine bobúľ. Hydroxyškoricové kyseliny sú prekurzory prchavých fenolov, ktoré vznikajú v priebehu výroby vína. Taníny sa hromadia v prvej rastovej fázy bobúľ, tie sú dôležité z hľadiska kvality hrozien pri výrobe červených vín. Dochádza tak k akumulácii minerálnych látok, aminokyselín a niektorých skupín aromatických látok (PAVLOUŠEK, 2011; BAROŇ, 2013).

2. vývojová fáza bobule - označovaná ako fáza pomalého rastu, alebo lag fáza. Fáza mäknutia bobúľ trvá 8–15 dní v závislosti na stanovišti, odrode, nástupu a dĺžky fenofázy kvitnutia. Dochádza k spomaleniu rastu a k malým zmeny vo veľkosti a hmotnosti bobúľ. Začína sa však výraznejšie meniť ich chemické zloženie. Objavujú sa prvé príznaky vyfarbovania bobúľ, u bielych odrôd dochádza k spriesvitneniu šupky a bobule pozvoľna mäknú. Dochádza k vyčerpaniu rastových hormónov a k zvýšeniu koncentrácie kyseliny abcisovej (PAVLOUŠEK, 2011; BAROŇ, 2013).

3. vývojová fáza bobule - tretia vývojová fáza nazývaná ako druhá rastová fáza, alebo fáza dozrievania bobúľ. Respiračná intenzita bobúľ sa znižuje, zatiaľ čo určité enzymatické deje sa prudko zvyšujú. Toto obdobie trvá 35-55 dní. Začiatok charakterizuje hromadné mäknutie bobúľ a vyfarbovanie bobúľ. Dochádza k akumulácii cukrov, minerálnych látok, aminokyselín a fenolov. Koncentrácia kyseliny jablčnej sa znižuje, tento pokles závisí predovšetkým na klimatických podmienkach v danom ročníku. Kyselina jablčná je metabolizovaná a využívaná ako zdroj energie počas fázy zrenia, čo viedlo k významnému poklesu jej hladiny v porovnaní s kyselinou vínnou, ktorej koncentrácia zostáva po mäknutí rovnaká. Triesloviny tiež klesajú. V dobre mäknutia začínajú do bobúľ prúdiť cukry. Sacharóza, transportný cukor, sa do nich dostáva v priebehu zrenia. Po transporte je hydrolyzovaná na glukózu a fruktózu. Na vývoj bobúľ pôsobia tiež faktory prostredia, najmä klimatické podmienky. Ich vplyv na

veľkosť bobule býva najvýraznejší v prvej a tretej fázy rastu. Ideálna teplota v prvej fázy vývoja je v rozmedzí 20–25 °C. Teploty vyššie alebo nižšie ovplyvňujú rast negatívne. Z hormónov sa na zväčšovaní bobúľ podieľajú najmä auxíny. Do rastu veľkých bobúľ je vložených veľa asimilovatelných cukrov čo vedie k nižšiemu ukladaniu cukrov v bobuliach a tým k nižšej cukornatosti. Malé bobule majú v porovnaní s veľkými bobuľami väčší pomer šupky k dužine, čo je pozitívne pre tvorbu kvalitných hroziem, najmä u modrých odrôd. Okrem klimatických podmienok priebeh zrenia hroziem býva ovplyvnený aj polohou vinice, hnojením a výživou, ochranou proti chorobám a škodcom, zelenými prácami, odrodou a ročníkom. Od daných atribútov je závislá aj kvalita budúcich vín (PAVLOUŠEK, 2011; BAROŇ, 2013; SOCHOR, 2013; FARKAŠ 1998).

3.3.3 Prezrievanie

Prezrievanie je obdobie kedy zrelé hrozná ponechané na kre zapríčinia zasychanie strapiny, odumieranie listov a zastavuje prívod výživných látok do bobúľ. Je to prirodzený proces pre predĺžené zrenie hroziem. V tomto období sa však zvyšuje obsah cukru, pretože sa voda z bobúľ odparuje čiže sa ich obsah skonzentruje a zníži sa hmotnosť bobúľ. Zvýši sa aj množstvo aromatických látok v bobuliach a obsah kyselín sa znižuje. Hrozná s vyšším obsahom cukru bývajú často napadnuté ušľachtitou formou šedej hniloby *Botrytis cinerea*. Tým získa víno typickú vôňu a chuť, ktorá je vyhľadávaná v tokajských výberových vínach. Šedá hniloba obalí hroznové bobule, pričom sa poruší šupka, tým dochádza k vyparovaniu vody a cibébovaniu čiže zoschnutiu bobúľ. Pre červené a modré odrody nie je žiaduca (FARKAŠ, 1998; SOCHOR, 2013).

Špeciálnou metódou prezrievania hroziem je vysušenie hroziem mimo kra na výrobu slamového vína. Princípom je po zbere, expozícia na slnku po dobu 3 mesiacov, čím sa získajú viskózne a tmavé hrozná bohaté na organické kyseliny a iné netypické látky ako je napríklad hydroxymethylfurfural (BAROŇ, 2013).

3.3.4 Faktory ovplyvňujúce rast, zrenie a kvalitu hroziem

Moderné vinohradníctvo a vinárstvo si zakladajú na skutočnosti, že kvalitu daného vína určuje predovšetkým spotrebiteľ. Celkom nevyhnutné je preto orientovať produkciu hroziem podľa výroby vína takého typu, ktorý uspokojuje konzumenta (PAVLOUŠEK,

2011). Cieľom každého vinára je vyrobiť čo najkvalitnejšie víno, preto sa vyžadujú vhodné podmienky pri pestovaní hrozna (KRAUS et al., 1997). Úspešné pestovanie viniča je podmienené dobrými znalosťami ekologických podmienok a ich využitia (HRONSKÝ et al., 2002). Pestovanie révy vínnej a kvalitu hrozien ovplyvňuje predovšetkým starostlivý výber stanovišťa a podmienky okolného prostredia, ďalej výber odrody, pestiteľský tvar, spôsob rezu, vykonávanie zelených prác, ošetrovanie pôdy vo vinici, výživa a hnojenie a ochrana proti chorobám a škodcom. Všetky uvedené faktory tvoria základ managementu kvality vo vinici (PAVLOUŠEK, 2011). Medzi ďalšie činitele patria aj topografické činitele: zemepisná poloha, nadmorská výška, reliéf terénu, sklonitosť pozemkov a expozícia svahov a antropogénne činitele: vplyv človeka na prostredie. Nič nenahradí kvalitu vzniknutú vo vinici (KRAUS, 2003; ZÁRUBA, 1985).

Odroda viniča - najdôležitejšou podmienkou chuti a kvality vína je odroda viniča. Medzi jednotlivými odrodami sú veľké rozdiely. Vinič patrí do rodu *Vitis*, ktorý má veľa druhov, špeciálne pre výrobu vína má význam druh *Vitis Vinifera* čiže vinič hroznorodý, ktorý má niekoľko tisíc odrôd. Každá odroda viniča má svoje vlastnosti, ktoré prechádzajú do vína a dávajú mu odrodový charakter. Potrebuje vhodný podpník, do ktorého sa odrodový vinič zaštiepi. Podpníkový vinič tak ako *Vitis Vinifera* patrí do podrodu *Euvites*, pričom najčastejšie sa používajú napríklad *Vitis berlandieri*, *riparia* alebo *rupestris*, ktoré sú odolné proti voške viničovej. Odrody viniča hroznorodého delíme na stolové a muštové. Stolové odrody viniča sú určené predovšetkým na produkciu konzumného hrozna zatiaľ čo muštové odrody viniča produkujú hrozno vhodné na prípravu muštu a vína (DORŽ et al., 2010; FARKAŠ, 1998; MALÍK, 1996).

Vedenie hrozna - čím je hrozno ďalej od zeme, tým je menej vystavené akumulovanému teplu, sálajúcemu zo zeme a viac je ochladzované prúdením vzduchu. Preto pri vysokom vedení, sa kyseliny v hrozne pomalšie odbúravajú, čiže hrozno z takéhoto vedenia má vyšší obsah kyselín. Takéto vedenie je vhodnejšie pre odrody, ktoré často trpia nedostatkom kyselín. Nízke vedenie podporuje odbúravanie kyselín a urýchľuje fenolickú zrelosť hrozna a preto je toto vedenie vhodné pre kvalitné červené vína. Stredné vedenie je kompromisom medzi týmito dvomi variantmi tak po ekonomickej ako aj po kvalitatívnej stránke (ORAVEC, 2014). Pestovateľský tvar by mal predovšetkým zaistiť kvalitné oslnenie maximálneho objemu listovej plochy kra. Optimálny pestovateľský tvar by mal tiež zaručiť, aby sa maximum listovej plochy

nachádzalo na povrchu listovej steny a menší podiel zvnútra. Je to základný predpoklad pre kvalitnú fotosyntézu (PAVLOUŠEK, 2011).

Zdravotný stav hrozna - dobrú kvalitu poskytne len zdravé a dobre vyzreté hrozno, preto sa vinič počas vegetácie musí ošetrovať dovolenými prostriedkami. Nezrelé hrozna majú nízky obsah cukru, vysoký obsah kyselín a nedostatočne vyvinuté aromatické a chuťové látky. Ukazovateľom stupňa zrelosti hrozien je obsah cukrov a kyselín (FARKAŠ, 1998).

Pôdne podmienky – pôda je takmer najvýznamnejšou zložkou terroir. Odborný termín terroir charakterizuje komplexný vplyv prostredia na vinič, na kvalitu hrozna a vína. Pôda ovplyvňuje kvalitu hrozien nepriamo, najmä vďaka hospodáreniu s vodou, teplotnými podmienkami a výživovému stavu. Teplé pôdy ako napríklad štrkovité a piesčité, najmä vo svahoch uľahčujú vyzrievanie hrozna. Studené pôdy zasa vyzrievanie spomaľujú. Každá pôda vyžaduje, aby sa odčerpané živiny z pôdy nahradili hnojením. Jednak prirodzenými hnojivami, ale čiastočne aj umelými hnojivami a to preto, že pri metabolizme viniča sú potrebné minerálne látky (PAVLOUŠEK, 2011; FARKAŠ, 1998). Pravidelná kontrola výživového stavu pôdy a obsahu živín v zelených pletivách rastliny je hlavným predpokladom produkcie kvalitných hrozien. Pravidelné hnojenie bez pôdnej alebo listovej analýzy nie je vhodné, pretože pri takom postupe môže veľmi ľahko dôjsť aj k prehnojeniu niektorou živinou (PAVLOUŠEK, 2011).

Klimatické podmienky – Klimatické podmienky, teplota, vlhkosť, svetlo, oxid uhličitý a vzdušný kyslík sú hlavné činitele, ktoré predurčujú kvalitu hrozien a budúceho vína. Pre révu vínnu je najvhodnejšie mierne podnebie. Okrem zemepisnej polohy má na pestovanie révy vínnej vplyv aj nadmorská výška, miestne klimatické podmienky, teplé alebo studené prúdenie vzduchu, blízkosť vodných plôch a veľa ďalších (PAVLOUŠEK, 2011; STEVENSON, 2002). Slnéčné žiarenie je najdôležitejším faktorom pri raste a vývoji viniča, poskytuje nielen zdroj svetla pre fotosyntézu, ale tiež celkovo ovplyvňuje teplotné pomery stanovišťa, vývoj a plodnosť. Silné slnečné žiarenie spolu s extrémne vysokými teplotami (nad 35 °C) vo viniciach spôsobujú vážne povrchové poškodenia vo forme spály viniča. Takéto poškodenie má za následok zvýšenie výskytu Botrytídy, hniloby na hrozne. V oboch prípadoch je zredukovaná kvalita bobúľ, čo má vždy dopad na kvalitu vína. Teploty nižšie ako 12 °C môžu výrazne spomaliť, prípadne metabolické deje v révovom kre úplne zastaviť

(STEEL, 2008). Dôležitým činiteľom je aj farba svetla. Ak je hrozno vystavené červenému svetlu, intenzívne sa v ňom tvoria sacharidy, ak je však vystavené modrému svetlu, je narušené poradie reakcií a okrem sacharidov sa vo veľkej miere tvoria iné produkty, napr. aminokyseliny (POSPÍŠILOVÁ, 2007). Najväčším nebezpečím z hľadiska počasia je mráz, krúpy, najmä, keď vinič kvitne alebo keď hrozno dozrieva. Tieto nepriaznivé činitele môžu silno poznačiť výšku úrody a kvalitu produkcie. Rovnako vytrvalý dážď môže viesť k rôznym chorobám. Vodné zrážky vyžaduje vinič v priemere okolo 675 mm za rok (FARKAŠ, 1998; PAVLOUŠEK, 2011; STEVENSON, 2002).

Zelené práce vo vinici – začínajú sa po vypučaní púčikov, usmerňovaním a tvarovaním kra viniča. Čiastočne nimi regulujeme počet letorastov a tým aj množstvo úrody hrozna (MALÍK, 1996). Sú najdôležitejšou pracovnou operáciou, ktorá ovplyvňuje výnos, kvalitu a zdravotný stav hrozién. Komplex zelených prác predstavuje tiež najväčší podiel ručných prác vo vinici. CARBONNEAU (2010) uvádza základné princípy pre zelené práce u révy vínnej v súčasnom vinohradníctve. Architektúra listovej steny, mikroklima listov a bobúľ majú priamy a dôležitý vplyv na všetky fyziologické deje u révy vínnej. Rast je v negatívnom pomere k zaťaženiu. Čím vyššie zaťaženie, tým slabší rast. Je tiež ovplyvnené orezaním, ktoré podporuje rast zálistkov. Vysoký vegetatívny rast vedie k hustému olisteniu, ktoré negatívne pôsobí na mikroklimu kra. Zrelosť hrozién je optimálna pri strednej až maximálnej exponovanosti listov. Vyšší pomer medzi listovou plochou a výnosom je znakom intenzívneho rastu listovej plochy. Kvalitu vína určujú predovšetkým sekundárne metabolity, ktoré sú ovplyvňované exponovanosťou bobúľ. Medzi operácie, ktoré možno zaradiť medzi zelené práce, patrí čistenie kmínov, usporiadanie letorastov do drôtenky, orezávanie, čiastočné odlistenie zóny hrozién a regulácia násady hrozién počas vegetácie (PAVLOUŠEK, 2011). Analýza listov dobre odzrkadľuje zásobenie viniča živinami, na základe čoho môžeme stanoviť stupeň zrelosti pre vinič prijateľné živiny. Na základe výsledkov analýz listov môžeme určiť potrebu listových hnojív počas vegetácie – aj fenofázu pre optimálny termín aplikácie. Ďalej listová diagnóza spolu s pôdnymi analýzami je nevyhnutnou informáciou pre určenie potreby doplnenia živín do pôdy (VANEK, 2008).

Výživa a hnojenie viniča – Rastúci vinič odoberá každoročne z pôdy značné množstvo živín, ktoré spotrebuje na tvorbu letorastov, listov a hrozna. Preto treba

v záujme zachovania biologickej rovnováhy, ale i v záujme dosahovania pravidelných úrod odčerpané živiny do pôdy vrátiť. Vraciame ich prostredníctvom priemyselných, anorganických, ale i organických hnojív. Hnojením organickými hnojivami sa pôda nielen dopĺňa o živiny, ale i obohacuje o humus a zlepšuje sa jej štruktúra. I keď vinič nie je na kvalitu pôdy mimoriadne náročný, neobíde sa bez systematickej výživy a cieľavedomého hnojenia. Pri pestovaní viniča sa využíva aj zelené hnojenie, zaoraním vhodnej zmesky sa pôda obohatí o značné množstvo ľahko sa rozkladajúcej hmoty. Pre optimálny rast potrebuje vinič okrem uhlíka, kyslíka a sodíka i dusík, fosfor, draslík, vápnik, horčík, železo, a iné prvky. Správna aplikácia hnojív zvyšuje využiteľnosť živín z pôdy (MALÍK, 1996; PAVLOUŠEK, 2011). Vysoký podiel draslíka v bobuliach môže viesť k zníženiu pomeru medzi kyselinou vínnou a kyselinou jablčnou. Pri nízkom zastúpení draslíka v pôde je obsah kyseliny vínnej a titrovateľných kyselín vysoký a nedostatok draslíka má spojitosť s nízkou hodnotou pH muštu. Pre harmóniu kyselín v hroznách musí byť preto optimálna aj výživa draslíkom (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Draslík je kľúčovou živinou pre révu vínnu. Zo všetkých živín najvýraznejším spôsobom ovplyvňuje kvalitu hrozien a vína. Draslík ovplyvňuje enzymatické deje v révovom kre. Veľmi výrazne ovplyvňuje priebeh fotosyntézy a akumuláciu cukrov v bobuliach. Ďaleko výraznejšie však významným spôsobom ovplyvňuje zmeny a obsah kyselín v bobuliach a taktiež pH v bobuliach (VINAŘSKÝ OBZOR, 2013).

3.4 Možnosti regulácie obsahu kyselín

Organické kyseliny sú veľmi dôležitou súčasťou hrozna, muštov aj vín. V každom z týchto produktov je iné a inak ovplyvnené množstvo kyselín. Stále sa zvyšujúce klimatické oteplenie planéty a rôzne druhy odrôd vyžadujú nutnosť pracovať s obsahom kyselín už od fázy pestovania až po technologické spracovanie vína.

3.4.1 Znižovanie obsahu kyselín

Odkyslenie je v kyslých ročníkoch okrem odkalenia a dosladenia veľmi dôležité opatrenie k ovplyvneniu kvality vína. Aj keď kyslejší mušt zaručuje mikrobiologicky čistejšie prekvasenie, je vhodné znížiť kyseliny v mušte s obsahom vyšším ako 12 g.l⁻¹. Mušty by mali byť odkyslené maximálne na 9-10 g.l⁻¹. Prednosťami odkyslenia je nepatrné ovplyvnenie chuti včasným prevedením. Vápnik zostane vo víne, tým je zachovaný dojem harmonického, guľatého a plnšieho vína. Je podporované biologické

odbúravanie kyselín (zvýšenie pH) a nedochádza k časovým stratám, pokiaľ je potreba dané víno uviesť do obehu. Nedostatkami odkyslenia je podporovanie biologického odbúrania kyselín, zvyšuje sa mikrobiologické riziko chybných tónov a môže dôjsť k zmenám farby u červených muštov. Čiastočné odkyslenie v mušte a v mladom víne je povolené v akomkoľvek rozsahu, vo víne je povolené len tzv. jemné odkyslenie maximálne o 1 g.l^{-1} . Minimálny obsah titrovateľných kyselín je u stolného vína $3,5 \text{ g.l}^{-1}$, u ostatných vín $4,0 \text{ g.l}^{-1}$. Obsah kyseliny vínnej vo víne musí byť aspoň $0,4 \text{ g.l}^{-1}$. Obsah uhličitanu vápenatého môže byť najviac $0,22 \text{ mg.l}^{-1}$ (STEIDL, 2002; FARKAŠ, 1983).

Odkyslenie muštu - v prípade obzvlášť vysokého obsahu kyselín, sa odporúča odkyslenie muštu. Použitím uhličitanu vápenatého sa znižuje obsah kyseliny vínnej. Pokiaľ sa mušt odkyslí, zostane obsah draslíku vo víne vyšší než pri odkyslení vína. Počas kvasenia vzniká z časti kyseliny vínnej a draslíku soľ – hydrogén vínan draselný. Pribúdaním alkoholu sa ešte znižuje jeho zhoršená rozpustnosť a vyzráža sa. Pokiaľ sa ale kyselina vínná pri odkyslení naviaže na dodaný vápnik a vyzráža sa, zostane vo víne viac draslíku. Tým víno aj pri vyššom obsahu kyselín nechutí kyslo. Negatívne sa prejavuje zvýšenie pH ešte pred kvasením. Čím kvasí kyslejší mušt, tým obsahuje víno menej rušivých tónov. Odkyslením muštu sa zvyšuje nebezpečie biologického odbúrania kyselín. Môže začať už počas kvasenia a potom zostane nepozorované. Preto by mušty nemali byť odkyselované na konečnú hodnotu, ale len na $9\text{-}10 \text{ g.l}^{-1}$ všetkých kyselín (STEIDL, 2002; FARKAŠ, 1983; BALÍK, 2010).

Odkyslenie vín - príliš vysoký alebo naopak nízky obsah kyselín vyvoláva vo víne neharmonickú chuť. Obsah kyselín vo víne nie je stály, ale mení sa počas zrenia a skladovania vína. Vo víne sa vykonávajú menšie úpravy kyselín. Pritom je potrebné, aby víno už bolo čisté. Červené vína by mali byť odkyslené najskôr po prvom stočení. Jedným zo spôsobov zníženia kyslosti vína je prirodzené odbúrание kyselín, čiže biologická premena kyseliny jablčnej pomocou mliečnych baktérií, na kyselinu mliečnu a uhličítú, pričom vzniká zo 100 g kyseliny jablčnej 67 g kyseliny mliečnej a 33 g kyseliny uhličitej. Prirodzené odbúrание kyselín vo víne má patričnú dôležitosť ako činiteľ pre zlepšovanie akosti vína v severských krajinách a najmä v nepriaznivých rokoch. Technologicky účinnejšie je odkyslenie mladého vína než muštu, pretože sa počas hlavného kvasenia mení obsah kyselín a ich pomer (STEIDL, 2002; FARKAŠ, 1983). K odkysleniu muštov či vín môžu byť použité nižšie uvedené spôsoby.

Odkyslenie pomocou sceľovania vín

Najjednoduchší spôsob znižovania obsahu kyselín vo vínach, respektíve v muštach s vysokým obsahom kyselín je tzv. sceľovanie s málo kyslým muštom alebo vínom. Toto sceľovanie sa však môže robiť len medzi rovnakými odrodami hrozna, prípadne v zmeskách. Miešať prípadne sceľovať jednotlivé odrody muštu a vína možno len pri výrobe typových, čiže značkových vín. Sceľovanie vína je dané podľa (ES) č. 479 z roku 2008 (FARKAŠ, 1983; NAŘÍZENÍ KOMISIE, 606/2009).

Odkyslenie uhličitanom vápenatým (CaCO₃)

K odkysleniu sa najčastejšie používa chemicky čistý uhličitan vápenatý. Odkyslenie vína uhličitanom vápenatým prebieha podľa reakcie :



Jednoduché odkyslenie s uhličitanom vápenatým je založené na reakcii s kyselinou vínou, kedy vypadáva kryštalický vínan vápenatý za súčasného prudkého uvoľnenia plynného oxidu uhličitého. Aby sa zabránilo nekontrolovateľnému úniku vína z nádoby, je vhodné odkyseliť väčšiu časť vína v otvorenej nádobe s celou navážkou uhličitanu vápenatého dovtedy kým sa oxid uhličitý uvoľňuje a potom naliat túto časť vína aj s vyzrážanými kryštálmi do zostatku vína. Pri odkyslení hroznového rmutu je problém s uvoľňujúcim sa oxidom uhličitým menší, ale rovnako sa musí počítať s miešaním a zväčšovaním objemu odkyselovaného materiálu (BALÍK, 2010). Hmotnosť 0,67 g uhličitanu vápenatého reaguje s 1 g.l⁻¹ kyseliny vínnej. To znamená, že na odkyslenie o 1 g.l⁻¹ je potreba zväžiť 67 g na 100 litrov muštu resp. vína. Rozhodujúcim faktorom pre voľbu tohto postupu je aby obsah kyseliny vínnej bol aspoň o 0,4 g.l⁻¹ vyšší než požadované odkyslenie. Je potrebné, aby víno bolo čisté a v prípade použitia vápniku sa musí počítať s reakčnou dobou 4-6 týždňov (BALÍK, 2010). Chemické odkyslenie hroznového muštu, či rmutu má tú prednosť, že so sebou nesie menej rizík s inými sprevádzajúcimi zmenami v zložení a senzorickej kvalite budúceho vína. Naopak pri odkyslení rmutu či muštu sa nikdy dopredu nevie k akému prirodzenému zníženiu kyselín by mohlo dôjsť počas fermentácie. Časť kyseliny jablčnej môže byť odbúraná prítomnými mikroorganizmami a počas kvasenia vzniká z časti kyseliny vínnej a draslíka soľ tzv. hydrogén vínan draselný čiže vínny kameň.

Vínny kameň je v mladom víne značne nerozpustný. Jeho vypadávanie z vín podporuje nízka teplota skladovania a alkohol v nich obsiahnutý. Podstatnú úlohu hrá obsah draslíka, ktorý sa v muštach vyskytuje zriedka pod 1 g.l^{-1} . Draslík má dobré tlmiace schopnosti a vína aj pri vyššom obsahu kyselín nechutnajú kyslo. V bežných podmienkach, teploty pivníc ($8-16 \text{ }^\circ\text{C}$) a obsah alkoholu vo vínach, ktorý často atakuje hodnotu 14% obj. sa množstvo kyseliny vínnej znižuje až o 2 g.l^{-1} a viac. Môže teda nastať, že zníženie kyseliny jablčnej spôsobené mikroorganizmami a vypadnutí vínného kameňa môže byť pre chuťovú kvalitu dostatočné najmä u mladých vín (BALÍK, 2010).

Odkyslenie uhličitanom vápenatým ovplyvňuje celkové chemické zloženie vína. Zmeny nastávajú najmä v chemickom zložení kyselín, čím sa znižuje celková kyslosť vína. Znižuje sa najmä obsah kyseliny vínnej úmerne pridanému množstvu uhličitanu vápenatého. Nastávajú aj zmeny v obsahu extraktu, ktorý sa znižuje podľa stupňa odkyslenia. Na rozdiel od toho sa obsah popola a vápniku zvyšuje. Pokiaľ odkyslíme mušt, zostane obsah draslíka vo víne vyšší, než keď odkyslíme až víno. Negatívne sa prejavuje zvýšenie hodnoty pH ešte pred kvasením. Odkyslením muštu sa zvyšuje nebezpečenstvo biologického odbúrania kyselín, ktoré následne prebieha veľmi búrlivo. Pretože môže začať už počas kvasenia a potom zostane nepozorované. Preto by mušty nemali byť odkyslované na konečnú hodnotu, ale len na $9-10 \text{ g.l}^{-1}$. K predchádzaniu iniciácie biologického odbúrania kyselín už v hotovom víne je nutné odkyselovať len čisté a stočené vína. U hotového vína je povolené maximálne zníženie o 1 g.l^{-1} , vyjadrené ako kyselina vínna. Toto obmedzenie sa nevzťahuje na biologické odbúranie kyselín (FARKAŠ, 1983; STEIDL, 2002; ORAVEC, 2014; BALÍK, 2010).

Za väčšinu kyslosti vo vínach v našich podmienkach, je zodpovedná kyselina jablčná, ktorú jednoduchým odkyslením z vína nie je možné odstrániť. Z tohto dôvodu sa neodporúča bez znalosti presnej koncentrácie kyseliny vínnej odkyselovať vína jednoduchým spôsobom viac než o 1 či $1,5 \text{ g.l}^{-1}$ kyselín. Je celkom nevyhnutné, aby v odkyslenom víne zostalo minimálne $0,5-1 \text{ g.l}^{-1}$ kyseliny vínnej, inak hrozí vínu zemitá príchuť po rozpustnom jablčnane vápenatom, príliš veľké zvýšenie pH a prípadne dodatočné vápenaté zákaly už vyškolených vín. Ak je nutné znížiť kyseliny o viac ako $1,5 \text{ g.l}^{-1}$ je vhodné pristúpiť k podvojnému odkysleniu s uhličitanom vápenatým (BALÍK, 2010).

Podvojn  odkyslenie

Pri správne vypo tatanom a vedenom podvojn m odkyslen  s uhličitanom vápenatým vzniká vedľa plynného oxidu uhličitého tiež kryštalic  podvojn  v penat  soľ kyseliny vínnej a jablčnej a môže sa tak vedľa kyseliny vínnej odstrániť tiež odpovedajúce množstvo kyseliny jablčnej. Množstvo uhličitanu vápenatého na zníženie o 1 g.l⁻¹ kyseliny je totožn  ako pri jednoduchom odkyslen  a to 67 g uhličitanu vápenatého na 100 l vína. Podvojn  soľ sa však tvorí len pri pH nad 4,5 a preto sa musia tieto podmienky vytvoriť cielene, inak by mohol zostať jablčnan v penat  vo víne rozpusten . Znamená to, že sa musí celkom odkysliť len ur it  podiel vína (presne vypo tatan ), pridan m celej navážky uhličitanu vápenatého a po oddelen  kryštálov tento podiel vína vrátiť k zostatku vína. Ich zmiešan m dosiahne víno požadovaného obsahu kyselín (BALÍK, 2010).

Na trhu sa objavujú odkyslovacie prípravky, ktor  okrem uhličitanu vápenatého obsahujú tiež malé množstvo podvojn j soli kyseliny vínnej a jablčnej, ktor  podporuje vytv ran m kryštalizačných centier rýchly vývoj kryštálov podvojn j soli počas odkyselovania. V Źiadnom prípade ale nenahradí správny výpočet odkyselovan ho podielu vína. Pre správny výpočet podvojného odkyslenia je potreba zistiť v špecializovanom laboratóriu stanovenie presnej koncentracie kyseliny vínnej a jablčnej v takomto v ne (BALÍK, 2010). Chyby moŹn  pri podvojn m odkyslen  sú napríklad nepresn  stanovenie všetkých kyselín a kyseliny vínnej, chyby pri v po e. Vo výpočtoch sa vychádza z predpokladu, že víno obsahuje okrem kyseliny vínnej len kyselinu jablčná. Ak však kyselina jablčná nepozorovane bude úplne alebo len čiastočne odb ran  na kyselinu mliečnu bude sa výsledok značne lišit  od pôvodného výpočtu (STEIDL 2002).

Zdokonalen  podvojn  odkyslenie

Nie u kaŹd ho vína je moŹn  znížiť obsah kyselín pomocou vyššie uvedeného podvojného odkyslenia na požadovan  hodnotu. Pri zdokonalenej metóde podvojného odkyslenia sa do podielu vína pre podvojn  odkyslenie pridáva kyselina vínna podľa obsahu kyseliny jablčnej, čiže z tohto množstva vína môžu byť obe kyseliny úplne odstr nen . Je moŹn  tak prakticky nastaviť ľubovoľn  obsah kyselín vo víne (STEIDL, 2002).

Odkyslenie hydrogén uhličitanom draselným

Po prídavku tejto zlúčeniny dôjde k vyzrážaniu kyseliny vínnej ako vínneho kameňa. Toho možno dosiahnuť napríklad ochladením. Inak je víno takto ošetrované nestabilné vzhľadom ku kryštalizácii vínneho kameňa. Výpočet pre spotrebu hydrogén uhličitanu draselného je obdobný ako pri odkyslení uhličitanom vápenatým. Aby bol znížený obsah kyselín vo víne o 1 ‰, je potrebných 67 g.hl⁻¹ hydrogén uhličitanu draselného. Vypočítaného zníženého obsahu kyselín sa ale dosiahne najprv po úplnej kryštalizácii hydrogén vínanu draselného, čo je možné pomocou rýchleho ochladenia vína (BALÍK, 2010). Týmto prostriedkom je možné previesť len jemné zníženie obsahu kyselín do 1 g.l⁻¹, obsah uhličitanu vápenatého sa nemení, tým nevzniká problém s prekročením maximálneho možného obsahu uhličitanu vápenatého vo výške 0.22 g.l⁻¹. Odkyslenie sa prevádza najčastejšie v kadiach alebo vhodných nádobách s mechanickými miešadlami. Vždy sa odkyslovaný mušt alebo víno postupne a za stáleho miešania pridáva k prípravku, nikdy nie naopak. Po vyzrážaní podvojnjej soli z muštu alebo vína za 4-6 týždňov je nutné ju odstrániť sedimentáciou a následným stočením z kalov pomocou odstrediviek alebo filtrácií (vložkový filter) (STEIDL, 2002; FARKAŠ, 1973).

Biologické odbúranie kyselín

Biologické odbúranie kyselín (BOK), inak jablčno–mliečna či malolaktická fermentácia, odvodená od malic acid = kyselina jablčná, lactic acid = kyselina mliečna. BOK prebieha vo víne najčastejšie po skončení kvasného procesu. Činnosťou mliečnych baktérií dochádza k odbúraniu kyseliny jablčnej, čím vzniká kyselina mliečna a oxid uhličitý. V chuti drsná kyselina jablčná, ktorá sa prirodzene vyskytuje v hroznách, sa odbúrava na zaoblenejšiu, jemnejšiu kyselinu mliečnu, ktorá vedie k produkcii guľatejších a plnších vín. Ďalším nesporným kladom odbúraných vín je vyššia stabilita a nižšia spotreba oxidu siričitého. Okrem zníženia obsahu kyselín je ovplyvňovaná aj aróma vína, čo môže byť pozitívne alebo negatívne. K BOK dochádza pomocou baktérií mliečneho kvasenia. Baktérie mliečneho kvasenia sú gram pozitívne organizmy. Najpoužívanjšia baktéria vo vinárstve je *Oenococcus oeni*. BOK sa odkazuje na premenu malátu na laktát, čo vedie k výrobe energie vo forme ATP (adenosintrifosfát). Malát je anion dikarboxylovej kyseliny, čo znamená, že obsahuje dve kyslé, karboxylové skupiny. Naproti tomu laktát obsahuje len jednu karboxylovú skupinu. Preto je konverzia malátu na laktát sprevádzaná vznikom jednej molekuly CO₂ (oxid uhličitý) a znížením kyslosti prostredia. Počas BOK dochádza často aj

k odbúraníu kyseliny citrónovej. Najprv je odbúravaná kyselina jablčná, potom citrónová a nakoniec zostávajúci cukor. Tento priebeh sa ale môže zvrátiť a aj keď je ešte k dispozícii kyselina jablčná, môže vznikáť nežiaduci diacetyl, ktorý dodáva vínám maslovú chuť a pri vyššej koncentrácii až chuť po syre alebo jogurte (STEIDL, 2002; BAROŇ, 2013; PAVELKOVÁ, 2007).

Faktory ovplyvňujúce BOK

pH – jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich priebeh BOK. Pri pH nižšom ako 2,9 sú baktérie *Oenococcus oeni* inhibované. Naopak, pri pH vyššom než 3,5 preferuje metabolizmus cukrov za vzniku kyseliny octovej. Napríklad pri pH 3,8 prebieha odbúranie 10 násobne rýchlejšie, ale je prítomných veľa iných druhov baktérií s nežiaducim dopadom na kvalitu vína. Ideálne pH je cez 3,1, ktoré v prípade potreby je možné zvýšiť miernym odkyslením pomocou uhličitanu vápenatého.

SO₂ – ďalším dôležitým faktorom pre riadenie BOK, je použitie oxidu siričitého. Najlepšie žiadny voľný oxid siričitý, prípadne 20 mg.l⁻¹ a viazaného do 50 mg.l⁻¹, čím menej tým lepšie. Baktérie sú obecné veľmi citlivé na oxid siričitý, oveľa viac než kvasinky. Treba si uvedomiť závislosť voľného SO₂ na pH a produkciu SO₂ kvasinkami. Tie sú schopné produkovať niekoľko desiatok mg.l⁻¹, čo môže viesť k inhibícii mliečnych baktérií.

Teplota – optimálna teplota pre mliečne baktérie je okolo 22 °C. Pri vyššej teplote dochádza k podstatne rýchlejšej konverzii, avšak môže sa jej zúčastniť veľa nežiadanych druhov. Pod 15 °C sú baktérie inhibované.

Výživa – baktérie mliečneho kvasenia sú náročné na mnoho rastových faktorov. Ideálne prostredie zabezpečujú jemné kvasničné kaly, ktoré svojou autolýzou uvoľňujú všetky potrebné živiny. Ďalej musia byť dodržané nasledovné kroky: alkohol do 14 % obj., zostatkový cukor pod 20 g.l⁻¹. Kyslík v malom množstve stimuluje rast čo je výhoda u kvasenia vína v sudoch (BAROŇ, 2013; FARKAŠ, 1983; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Nežiaduca je prítomnosť iných mliečnych baktérií. BOK je vhodnejšie pre vína červené, pre biele vína napríklad Chardonnay. V priebehu je nutná prísna kontrola a registrácia vývoja BOK. Pokiaľ si nežiadame BOK, mladé víno sírime, filtrujeme a schladíme. BOK prebieha vo víne ideálne hneď po ukončení hlavného kvasenia.

Podobne ako etanolové kvasenie môže prebiehať BOK spontánne alebo riadene. K spontánnemu kvaseniu prichádza vďaka prítomnosti mliečnych baktérií na hroznách alebo vo vinárskom prostredí. Medzi mikroorganizmami podieľajúcimi sa na tomto kvasení patria prevažne druhy *Lactobacillus spp.* (*L. plantarum*, *L. cellobiosis*, *L. brevis*, *L. hilgardii*), *Pediococcus spp.* (*P. parvulus*, *P. cerevisiae*, *P. pentosaceus*) a *Leuconostoc* (JACKSON, 2008, CARRASCOSA SANTIAGO et al., 2011; STEIDL, 2002; BAROŇ, 2013; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Odkyslenie nemusí byť žiaduce u vín, ktoré majú už nízku kyslosť. Táto konverzia môže však nastať ľahko spontánne a výsledné vína často vykazujú nízku kvalitu. Nedostatkami BOK sú: u málo vyfarbených červených vín je viditeľná strata farby, pri nedostatočnej kontrole môže dôjsť k negatívnemu ovplyvneniu chuti a u tenkých, nevyzretých vín s vysokým podielom kyseliny jablčnej vzniká veľké množstvo produktov premeny, ktoré sa sensoricky prejavujú negatívne napríklad tón po kyslej kapuste (STEIDL, 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; BAROŇ, 2013).

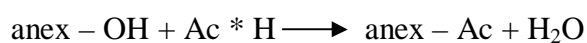


Obr.5 Odbúranie kyseliny jablčnej za vzniku kyseliny mliečnej a oxidu uhličitého

Odkysľovanie anexmi

Mušty s vysokým obsahom kyselín možno odkyselovať aj pomocou vymieňačov iontov (anexov), ktorými sa takisto rovnomerne znižuje obsah všetkých kyselín najmä obsah kyseliny vínnej a kyseliny jablčnej. Anexy sú vhodnejšie na odkysľovanie vína, pretože mušt obsahuje veľa zákalových častíc, ktoré by ho znečistili a tým by mohli spôsobiť jeho veľké straty. Mušt, ktorý sa má odkyselovať anexmi, treba odstrediť alebo prefiltrovať (FARKAŠ, 1973).

Ionexy sú mechanicky pevné nerozpustné látky, ktoré majú na nosnej makromolekulovej štruktúre skupiny zásaditého charakteru, schopné viazať anióny pri tvorbe solí. FARKAŠ (1973), uvádza, že pritom prebieha reakcia:



čím sa stane roztok menej kyslým. Od ionexov sa vyžaduje, aby mali dobré mechanické vlastnosti, ako sú pevnosť, nerozpustnosť a odolnosť pri odieraní a vysoká výmenná schopnosť anexu. Kapacita ionexov sa môže meniť vplyvom pH, regenerácie a pod. Čerstvý, ešte nepoužitý anex treba aktivovať, to znamená previesť jeho funkčné skupiny do takého stavu, aby boli schopné zadržiavať kyseliny. Keď sa táto schopnosť vyčerpá, čiže keď sa vyčerpá jeho kapacita, treba anex regenerovať, čiže jeho funkčné skupiny previesť do takého stavu, aby bol schopný opäť zadržiavať kyseliny. Aktivácia a regenerácia sa robí pomocou ľahu sodného NaOH dvoma spôsobmi, a to dynamicky a staticky.

Odkysľovanie vína pomocou anexov je pre prax výhodné za predpokladu dvoch základných kritérií. Najdôležitejším kritériom je jednak typ a vhodnosť použitého anexu a jednak voľba metódy, ktorá sa pri odkysľovaní použije. Pri použití anexov na odkysľovanie vína je veľmi dôležitý ich vplyv na sensorické vlastnosti vína. FARKAŠ (1973) uvádza, že pri pokusoch s rozličnými anexmi sa ukázalo, že niektoré majú veľmi dobré výmenné a mechanické vlastnosti, ale pri ich použití víno zmenilo chuť aj buket. Takéto anexy sa na odkysľovanie vína nehodia. Ako zistili, najvhodnejšie na odkysľovanie vína je stredne alkalický anex, ktorý má dobré vlastnosti a nemá nepriaznivé účinky na kvalitu vína (FARKAŠ, 1973).

Vplyv chladu na obsah kyselín

Pri použití ochladzovania vína pri stabilizácii a zabránení vyzrážania vínneho kameňa, treba rátať so znížením kyselín vo víne. V tom prípade by získané vína boli malátne, málo kyslé. Pri posudzovaní kyslosti vína a pri prípadnom odkysľovaní muštu alebo vína sa nemá nikdy brať do úvahy len momentálny stav vína a jeho reálna kyslosť, ale aj procesy, ktoré sa budú robiť pri ošetrovaní a školení vína a ich vplyv na celkovú harmonickosť (FARKAŠ, 1983).

Pri priemernej teplote 8-10 °C trvá vyzrážanie vínneho kameňa 2-3 mesiace. Z 1g kyseliny vínnej a 0,26 g draslíka vznikne 1,25 g vínneho kameňa. 1 g.l⁻¹ vyzrážaného kameňa zníži obsah titrovateľných kyselín o 0,4 g.l⁻¹ a popola o 0,2 g.l⁻¹. Pri využití tejto metódy sa teplota vína znižuje na menej než 2 °C. Čím nižšia teplota, tým kratšia doba zrážania vínneho kameňa. Pre lepší účinok sa pridáva jemne rozomletý vínny kameň, ktorý sa musí neustále udržiavať na povrchu. Funguje ako kryštalizačné

centrum a zvyšuje rýchlosť vyzrážania. Po ukončení je nutné ho odfiltrovať, tak aby neskôr nedochádzalo k jeho spätnému rozpusteniu (STEIDL, 2002).

Podľa zákona č. 321/2004 Sb. je výrobca povinný písomne oznámiť Štátnej inšpekcii v dobe stanovenej predpisom Európskych spoločenstiev zvyšovanie alebo znižovanie obsahu kyselín. Toto sa netýka jablčno-mliečnej fermentácie.

3.4.2 Zvyšovanie obsahu kyselín

Pokiaľ je obsah titrovateľných kyselín vo víne príliš nízky, víno chutí neharmonicky a fádne. Zvýšenie kyslosti má pozitívny vplyv na zachovanie vyrábaného vína, alebo sa týmto zákrokom obmedzuje rast kontaminujúcich mikroorganizmov. Zároveň sa pri nižšom obsahu pH lepšie tvoria aromatické látky, ktoré vo víne vznikajú počas fermentácie. Okyslenie sa bežne používa v produkčných oblastiach s horúcim a teplým podnebím, kvôli intenzívnemu rozkladu kyseliny L- jablčnej v konečnej fázy dozrievania hrozien révy vínnej (STEIDL, 2002; JACKSON, 2008; ROP et al., 2009; STYGER et al, 2011). Za účelom zharmonizovania chutí a zvýraznenie dojmu kyslosti môžu byť použité nasledujúce spôsoby ošetrenia vína.

Kyselina vínna

Bežnejšia forma okysľovania priamym okyslením organickou kyselinou, kyselinou vínou. Tá spôsobuje relatívne rýchly rozklad mikroorganizmov a okrem toho znižuje hodnotu pH vychytávaním voľných iónov draslíka za tvorby hydrogén vínanu draselného (JACKSON, 2008; ROP et al., 2009; NAŘÍZENÍ KOMISE, 606/2009).

Kyselina mliečna

Ďalšou alternatívou je použitie kyseliny L- mliečnej. Nielen zvyšuje kyslú chuť, ale tiež prispieva k tvorbe plnej chuti a aróme vína.

Kyselina citrónová

Kyselina citrónová môže byť podľa nariadenia pridaná do vína k podpore školenia vína, až do celkového obsahu $1,0 \text{ g.l}^{-1}$ a nepovažuje sa to za prikyslenie vín. Víno samotné obsahuje $0,2\text{--}0,3 \text{ g.l}^{-1}$ kyseliny citrónovej, u vín s prívlastkom môže byť prirodzený obsah ešte vyšší. Kyselina citrónová zlepšuje koloidnú stabilitu vína, čo znamená že uľahčuje stabilizáciu železnatých a železitých iónov, ktoré spôsobujú zákaly. Je citlivá

na rozklad pomocou baktérií mliečneho kvasenia čo môže viesť k zvýšenej produkcii diacetylu (STEIDL, 2002; JACKSON, 2008; ROP et al., 2009).

Kyselina L-askorbová (vitamín C)

Kyselina L-askorbová je významným redukčným činidlom kyslej chuti. Môže sa do vína pridať, ale nesmie prekročiť zákonné ustanovenie do $0,25 \text{ g.l}^{-1}$, tým sa o rovnakú hodnotu zvyšuje aj obsah všetkých titrovateľných kyselín. Kyselina L-askorbová na seba viaže kyslík vo víne. Tým je kyselina L-askorbová oxidovaná na kyselinu dehydroaskorbovú, ktorá bráni ďalšej oxidácii, víno pôsobí čerstvejším dojmom. Predpokladom je obsah voľného SO_2 , aspoň 35 mg.l^{-1} . Po prídavku kyseliny L-askorbovej nie je možné stanoviť obsah voľného oxidu siričitého jodometrickou metódou, s výnimkou špeciálnej prípravy vzorku vína. Preto sa vitamín C aplikuje krátko pred fľašovaním, keď je obsah SO_2 už nastavený. Mimoriadne dobre účinkuje na muškátové odrody a vína s nižším obsahom kyselín. Negatívne však pôsobí vitamín C na ťažké biele vína, ako Rulandské biele a šedé, Tramín a na červené vína (STEIDL, 2002; NAŘÍZENÍ KOMISE, 606/2009).

Oxid uhličitý

Oxid uhličitý zvyšuje dojem kyslosti. Pri nízkom obsahu CO_2 je vo víne asi $0,5 \text{ g.l}^{-1}$, prídavkom sa môže zvýšiť až na 2 g.l^{-1} (STEIDL, 2002) .

Okysľovanie vína ionexmi

Ak má víno veľmi nízky obsah kyselín a nemožno ho sceliť s iným kyslejším vínom, možno na ich prikyslenie použiť ionexy, a to katexy v H-ckyle. Účinok katexu v H-cykle na okyslenie vína je za predpokladu, že víno okrem voľnej kyseliny obsahuje ešte viazané kyseliny vo forme solí ako je napríklad kyslý vínan draselný. Účinkom katexu v H-cykle sa soli vo víne zbavujú katiónov a menia sa na voľné kyseliny, čím sa zvýši kyslosť vína. Použitím katexu v H-cykle možno ľubovoľne zvýšiť obsah kyselín, a to jednak ošetrením určitej časti vína katexom, ktoré sa zmieša s neošetreným vínom, jednak regulovaním rýchlosti prietoku, alebo použitím statického spôsobu, pri súčasnom pridávaní vypočítaného množstva príslušného katexu (FARKAŠ, 1983).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Na prípravu vzoriek pre praktický pokus biologického odbúrania kyselín bolo použitých 5 odrôd červených vín: Dunaj, Merlot, Zweigeltrebe, Frankovka modrá a Rulandské modré (všetky vína boli z roku 2013 akostné vína s prívlastkom). Odrodové vína pochádzali z odrôd dopestovaných v južno-slovenskej vinohradníckej oblasti, Štúrovského regiónu v obci Mužla, vo východnej časti Podunajskej nížiny. Priemerná nadmorská výška je 140 m n. m. Prevláda slnečné a suché podnebie s miernymi zimami. Teplota vzduchu vo vegetačnom období je priemerne 16,9 °C. Viniču sa darí v ľahkých piesočnatých až stredne ťažkých pôdach. Ročný úhrn zrážok sa pohybuje v rozmedzí 550 – 600 mm.

Vzorka č. 1 – Dunaj - je veľmi kvalitná odroda. Dáva vína tmavočervenej farby, s výraznou chuťovou plnosťou. V chuti a vône sú tóny prezretých čerešní a višní, ktoré prechádzajú do zaujímavých čokoládových tónov. Trieslovina je veľmi jemná.

Vzorka č. 2 – Merlot - dáva vína tmavo rubínovej až granátovej farby. Typická je sladkastá vôňa čiernych čerešní, či kompótu, ktorá je pri zrení dopĺňovaná vôňou sliviek, fíg a pri fľašovej zrelosti vôňou tabaku a kávy. Merlot je vhodný výhradne na výrobu prívlastkového vína. Víno vyniká hebkou vláčnosťou a veľmi príjemným dojmom plnosti.

Vzorka č. 3. – Zweigeltrebe - dáva vína s atraktívnou rubínovou farbou. Vo vône sa prejavujú výrazné čerešní a višní, u vyšších stupňoch zrelosti sa vyskytujú tóny lesného ovocia. JMF je nenahraditeľnou súčasťou tejto technológie. Výsledný produkt by mal mať výraznú arómu, jemné taníny a vysokú chuťovú plnosť.

Vzorka č. 4. – Frankovka modrá - Po zmiernení tvrdých tónov spojených s mladými vínami sa objavuje príjemná korenitosť spojená s ovocnosťou a výrazným prejavom extraktívneho vína typického pre severské vinárske oblasti, ktoré sa v najlepších ročníkoch vyznačuje hebkosťou. Frankovka máva v hrozne vyšší obsah kyselín, preto má v technológii nezastupiteľné miesto jablčno-mliečna fermentácia.

Vzorka č. 5. – Rulandské modré - Víno je bledo rubínové až tehlovo červenej farby. Aromatické látky sú v mladosti najpodobnejšie vône jahôd, černíc, čerešní a neskôr sa prejavujú ako slivkový lekvár. Triesloviny sú menej zastúpené, ale jemné. Je

vhodné aby v priebehu macerácie prebehla jablčno-mliečna fermentácia (PAVLOUŠEK, 2007; SOTOLÁŘ, 2006, VÍNA Z MORAVY... , 2013).

4.2 Použité metódy

Vzorky, ktoré sa použili pri vypracovaní tejto bakalárskej práce pochádzajú z produkcie podniku Vinársky dom Petra Podolu. Pred zahájením pokusu boli všetky vzorky podrobené analytickému rozboru (Tab. 2, Tab. 3). U odobraných vzoriek jednotlivých vín bolo najprv merané pH, a následne enzymatické stanovenie organických kyselín. Na riadenú jablčno-mliečnu fermentáciu bola použitá štartovacia kultúra pre červené a biele vína BioStart Vitale SK11. Po aplikácii štartovacej kultúry sa vína znovu podrobili analytickým stanoveniam merania pH a enzymatickému stanoveniu organických kyselín (Tab. 2, Tab. 3).

4.2.1 Stanovenie pH

Hodnota pH - je záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových kationov v mušte alebo vo víne. Stanovujú sa na základe merania potenciálu sklenenej elektródy, ktoré závisí od aktivity vodíkových kationov, vzhľadom k referenčnej kalomelovej elektróde výhodným milivolmetrom (pH-metrom), kalibrovaným utlmujúcim roztokom o známom pH. Mušty a mladé vína sa pohybujú medzi pH 3-4 v priebehu dozrievania pH mierne stúpa. Stanovenie bolo prevedené na pH metre s kombinovanou elektródou.

Postup - pH meter sa kalibroval pri 20 °C podľa návodu k prístroju na štandardný tlmivý roztok pH 7 a 4. K stanoveniu bolo odpipetovaných 20 ml pripraveného vzorku do titračnej kadičky. Kadička sa umiestnila na magnetickú miešačku a do odpipetovaného objemu sa ponorila kombinovaná elektróda pre meranie pH. Takto sa merala každá vzorka vína.

Prístroje a pomôcky - 50 ml kadička, pH meter, magnetická miešačka.

4.2.2 Enzymatické stanovenie organických kyselín

Enzymatické metódy sa používajú prevažne pre kvantifikáciu jablčnej, mliečnej a citrónovej kyseliny v muštoch a vínach. Je však možné ich využiť aj k stanoveniam iných kyselín ako je kyselina vínna, octová, L-askorbová, mravenčia, šťaveľová, jantárová a ďalšie (BERGMEYER, 1985). Tieto metódy sú založené na meraní poklesu absorbancie koenzýmu NADH (nikotinamid adenin-dinukleotit) alebo NADPH

(nikotiamid adenin-dinukletid fosfát) v redukovanej forme, ktoré majú absorpčné maximum 340 nm. Hlavnou výhodou tejto metódy je jej vysoká presnosť a možnosť rozlíšenia L- a D- izomérov.

Prístroje a pomôcky – multiparametrový analyzátor pre enológiu WINEMATIC, mikroskúmavka 1,5 ml, špičky na jedno použitie 300 a 1250 μ l, kadičky 50 ml, pipeta 1, 2, 5, 10, 20 ml, automatické pipety Viaflo 300 a 1250 μ l

Chemikálie a roztoky - roztok Sample blankbufferGibertini, SB: pufr, roztok Chromogen diluentGibertini: pufr, roztok ChromogenGibertini: pufr, NAD, Enzým Gibertiny: L-MDH, GOT, Štandard L-malic acid Gibertiniy: L-kyselina jablčná 1 g.l⁻¹, deionizovaná voda

Príprava vzoriek - obsah L-kyseliny jablčnej sa stanovuje ihneď po otvorení fľaše s testovaným vínom, ktoré musí byť vytemperované na okolitú teplotu laboratória. Rovnako ako musia byť vytemperované všetky roztoky Gibertini. Vzorku vína je potrebné nariediť deionizovanou vodou, na koncentráciu v rozmedzí 0,05-1,2 g.l⁻¹. Červené víno pred MLF 1:10, červené víno po MLF 1:5.

Meranie - na meranie sa zvolí metóda L-malic acid a prietoková kyveta, ďalej sa postupuje podľa metódy nahratej v prístroji. Po zmeraní deionizovanej vody sa celá druhá rada mikroskúmviek vloží do inkubačnej komory Winematicku a inkubuje sa po dobu 600s pri 37 °C. Najprv sa zmeria blank a potom vzorka sample. Na displeji sa odpočíta výsledok v g.l⁻¹ na tri desatinné miesta. Výsledok sa zaznamenáva.

Vyhodnotenie - výsledok analýzy = nameraná hodnota * faktor riedenia g.l⁻¹

4.3 Postupy spracovania vzoriek

Aplikácia štartovacích kultúr mliečnych baktérií

Po vylisovaní rmutu sa mladé víno uskladnilo v nerezových cisternách o objeme 22 hl, kde dobehlo alkoholové kvasenie. Po dobehnutí alkoholového kvasenia, sa červené vína stiahli z kvasníc, predovšetkým z hrubých kalov. Pred naočkovaním štartovacích kultúr pre JMF (jablčno-mliečna fermentácia) sa víno analyticky zhodnotilo, či vyhovovalo daným podmienkam pre naočkovanie čistými kultúrami mliečnych baktérií. Hodnotilo sa pH a zastúpenie kyseliny vinnej a jablčnej pomocou enzymatického stanovenia organických kyselín.

Pri aplikácii mliečnych baktérií jablčno-mliečnej fermentácie sa dodržiaval postup:

Pripravovalo sa v desať násobnom množstve vody, pri teplote cca 25 °C, po dobu 30 minút kedy prišlo k rehydratácii baktérií. K inokulácii baktérií prišlo po skončení alkoholovej fermentácie, kedy sa kvasinky vykvasili do sucha. Naočkovali sa štartovacie kultúry *Oenococcus oeni*, v nádobe, kde prebiehala JMF, bol dôležitý voľný priestor nad hladinou - aby počas priebehu nedochádzalo k strhávaniu vína so vznikajúcim CO₂. Po skončení JMF, ktoré trvalo 4 týždne sa nádoba s vínom doliala doplna. Po skončení JMF sa odobrali opäť vzorky z jednotlivých vín a hodnotilo sa pH a zastúpenie kyseliny vinnej, jablčnej a mliečnej enzymatickou metódou organických kyselín.

5 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na štúdium zmien v priebehu jablčno-mliečnej fermentácie (JMF) bolo použitých 5 červených odrôd, ročník 2013. Po skončení alkoholového kvasenia boli z vína odobrané vzorky na stanovenie pH a zistenie obsahu kyselín enzymatickou metódou. Po splnení požiadaviek pre JMF boli aplikované do vína čisté kultúry baktérií BioStart Vitale SK11.

U každej zo vzoriek bolo pred začatím inkokulácie aj po skončení JMF merané pH. Pred začiatkom JMF sa hodnota pH pohybovala od 3,4 do 3,78. Po skončení boli namerané hodnoty v rozmedzí od 3,5 do 3,65 ako je možné vidieť v tabuľke 2 a grafe 1. Optimálne pH vína je 3,0 až 3,4. Vyššie pH potvrdzuje vplyv ročníku 2013 na kvalitu hrozien. KUMŠTA (2012) uvádza porovnanie ročníka 2010, ktorý sa vyznačoval pomerne vysokým obsahom kyselín a tým súvisiace nízke hodnoty pH, s ročníkom 2011, ktorý sa vyznačoval presne opačnou charakteristikou. Najmä pri prezrievaní hrozna dochádzalo k razantnému poklesu kyselín a to predovšetkým kyseliny jablčnej. Dostatočné množstvo vlhky v pôde viedlo k výraznému zásobeniu hrozna draselnými iontami. Tieto dva javy viedli vo svojom súbehu k nárastu pH, k pomerne vysokým hodnotám, ktoré potom často presahovali hranicu 3,6 uvádzanú ako hraničnú pre čistý priebeh fermentácie. V odbornom časopise VINAŘSKÝ OBZOR (2012) uvádzajú viacerí vinári a pestovatelia révy vinnej, že v roku 2012 sa kyseliny v hrozne odbúrali v dôsledku nadmerného sucha a horúčav, pri takomto počasí hrozno vždy skôr dozrieva. V listoch viniča prestane pri vysokých teplotách nad 30 °C prebiehať fotosyntéza. Tvorba cukrov sa spomalí, alebo úplne zastaví. Vinič pri nedostatku vlhky, v dôsledku sucha si uzavrie svoje prieduchy, aby zamedzil odparovaniu vody. V tomto stave šetrenia, keď viniča práve časť kyselín z hrozna odbúra a tým vzniká problém, že hrozno aj pri nižšej cukornatosti, má nízky obsah celkových kyselín ale hlavne dôjde k výraznému zvýšeniu pH.

V tabuľke 3 a grafoch 1-5 sú znázornené hodnoty pred začatím a po skončení JMF merané metódou enzymatického stanovenia organických kyselín. Pred JMF sa hodnoty kyseliny jablčnej pohybovali v rozmedzí od 2,1 do 3,3 g.l⁻¹, kyseliny vínnej od 4,0 do 5,1 g.l⁻¹. Kyselina mliečna sa vo víne pred JMF nenachádza, tvorí sa až pri odbúraní kyseliny jablčnej. Po skončení JMF sa hodnoty kyseliny vínnej u dvoch odrôd zvýšili a ostatných znížili. Pohybujú sa v rozmedzí od 4,5 do 5,0 g.l⁻¹. Kyselina jablčná sa v ideálnom prípade úplne odbúra na kyselinu mliečnu. V tomto prípade sa tak stalo

len u jednej odrody, u ostatných sa pohybovala od 0,1 do 0,6 g.l⁻¹. Kyselina mliečna tak bola v zastúpení od 1,2 do 1,8 g.l⁻¹.

| odroda | pH | |
|-----------------|----------|--------|
| | pred JMF | po JMF |
| Dunaj | 3,40 | 3,52 |
| Merlot | 3,60 | 3,64 |
| Zweigeltrebe | 3,78 | 3,65 |
| Frankova modrá | 3,42 | 3,50 |
| Rulandské modré | 3,54 | 3,50 |

Tab.2 Namerané pH pred začiatkom a po skončení jablčno-mliečnej fermentácie

| odroda | Obsah kyselín pred JMF | | Obsah kyselín po JMF | | |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | kys. jablčná g.l ⁻¹ | kys. vínná g.l ⁻¹ | kys. jablčná g.l ⁻¹ | kys. mliečna g.l ⁻¹ | kys. vínná g.l ⁻¹ |
| Dunaj | 2,10 | 4,10 | 0,00 | 1,60 | 3,50 |
| Merlot | 2,30 | 4,20 | 0,20 | 1,50 | 3,90 |
| Zweigeltrebe | 3,20 | 4,00 | 0,10 | 1,20 | 4,80 |
| Frankova modrá | 2,40 | 5,10 | 0,20 | 1,60 | 5,00 |
| Rulandské modré | 3,30 | 4,00 | 0,60 | 1,80 | 4,50 |

Tab.3 Zastúpenie jednotlivých kyselín pred začiatkom a po skončení jablčno-mliečnej fermentácie

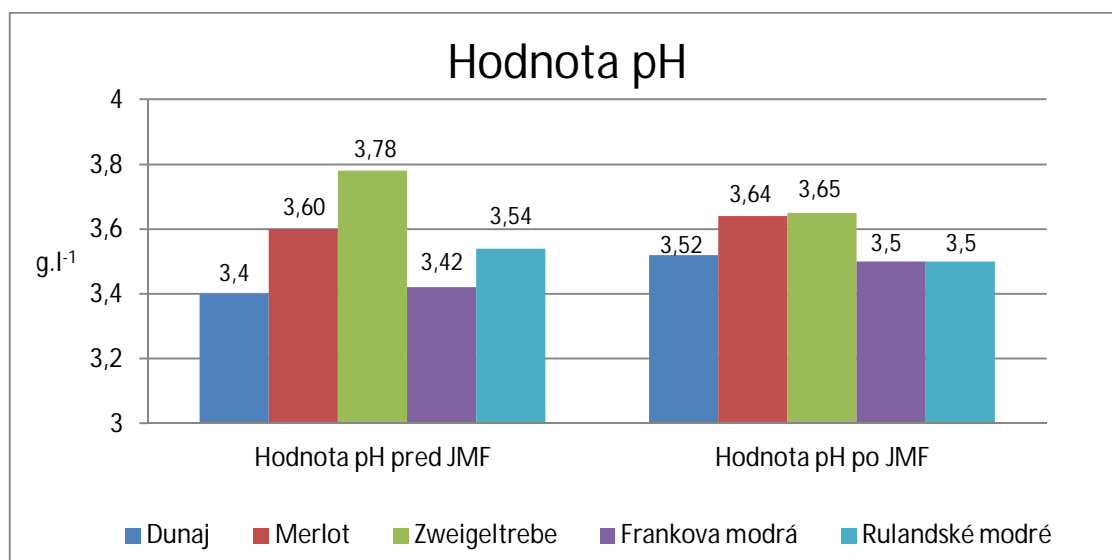
Švajdová (2013) uvádza v piatich červených odrodách pred a po jablčno-mliečnej fermentácii obsah kyseliny vínnej, jablčnej a mliečnej metódou HPLC s UV-VIS detekciou. Pracovala s vínami ročníku 2011 a 2012. Najvyšší obsah kyseliny vínnej v ročníku 2011 mala (3,26 g.l⁻¹) vzorka vína Rulandské modré z mikulovskej podoblasti a najnižší obsah kyseliny vínnej malo Zweigeltrebe zo slováckej podoblasti (1,94 g.l⁻¹). V ročníku 2012 mal najvyšší obsah kyseliny vínnej Svätovavrinecké zo slováckej podoblasti (2,88 g.l⁻¹) a najnižší obsah Frankova (1,45 g.l⁻¹). U vzoriek sledovaných v praktickej časti práce z južno-slovenskej oblasti, ročník 2013 mala najvyšší obsah kyseliny vínnej odroda Frankovka modrá (5,0 g.l⁻¹) a najnižší odroda Dunaj (3,5 g.l⁻¹), stanovené enzymatickou metódou.

Najvyšší obsah kyseliny jablčnej Švajdová uvádza v ročníku 2011 u Svätovavrineckého (1,96 g.l⁻¹), v ročníku 2012 u odrody André (3,73 g.l⁻¹). V roku 2010 Svätovavrinecké obsahovalo (4,56 g.l⁻¹) kyseliny jablčnej viac než dvojnásobok ročníka 2011. U vzoriek sledovaných v praktickej časti tejto práce pred JMF bol najväčší obsah kyseliny jablčnej u odrody Rulandské modré (3,3 g.l⁻¹) a najnižší obsah u odrody Dunaj (2,1 g.l⁻¹).

Kyselina mliečna sa vo vínach tvorila v závislosti na počiatočných koncentráciách kyseliny jablčnej, tzn. tam kde bol na začiatku vyšší obsah kyseliny jablčnej, bol aj na konci odbúrania vyšší obsah kyseliny mliečnej. Najvyšší obsah kyseliny mliečnej uvádza Švajdová v ročníku 2011 u odrody Zweigeltrebe ($1,96 \text{ g.l}^{-1}$) a v ročníku 2012 u odrody André ročník 2012 ($3,63 \text{ g.l}^{-1}$). U vzoriek sledovaných v praktickej časti tejto práce najvyšší obsah kyseliny mliečne, ročník 2013, mala odroda Rulandské modré ($1,8 \text{ g.l}^{-1}$).

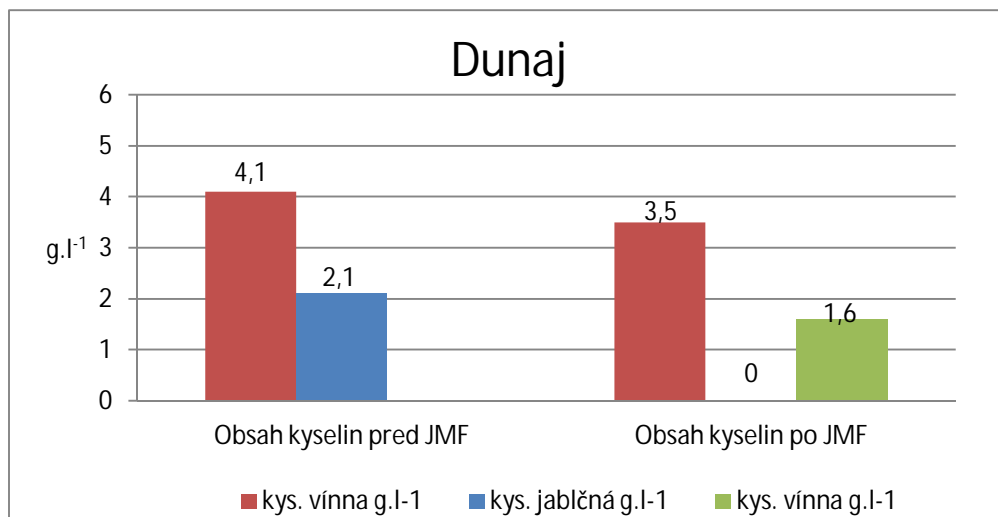
Švajdová (2013) uvádza veľké rozdiely medzi rokom 2010, 2011 a 2012. Naše stanovenie predstavuje výsledky len za rok 2013. Výsledky Švajdovej a naše sú viac menej na porovnanie oblastí, v ktorých surovina bola dopestovaná, keďže v mikulovskej, slováckej a južno-slovenskej oblasti sú iné podmienky na pestovanie viniča.

Priebeh zmien kyselín u jednotlivých odrôd sú znázornené v grafoch. Overilo sa, že kyselina jablčná sa odbúrала na mliečnu tým sa môže potvrdiť, že prebehla riadená jablčno-mliečna fermentácia úspešne. Čím sa odstránila v chuti ostrá kyselina jablčná za vzniku plnšej kyseliny mliečnej.



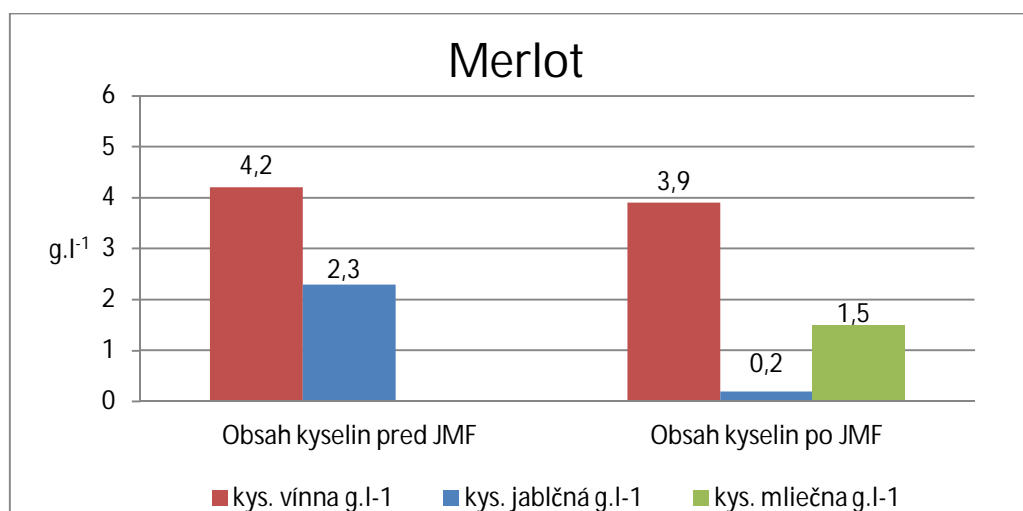
Graf 1: Hodnota pH pred a po JMF

V grafe 1 sú znázornené hodnoty pH pred a po JMF. Z grafu môžeme vyčítať zníženie pH po JMF u odrôd Zweigeltrebe a Rulandské modré. U odrôd Dunaj, Merlot a Frankovka modrá pozorujeme zvýšenie pH po skončení JMF. Najväčší rozdiel je viditeľný u odrody Zweigeltrebe a to znížením pH a najmenší rozdiel u Merlotu a Rulandského modrého.



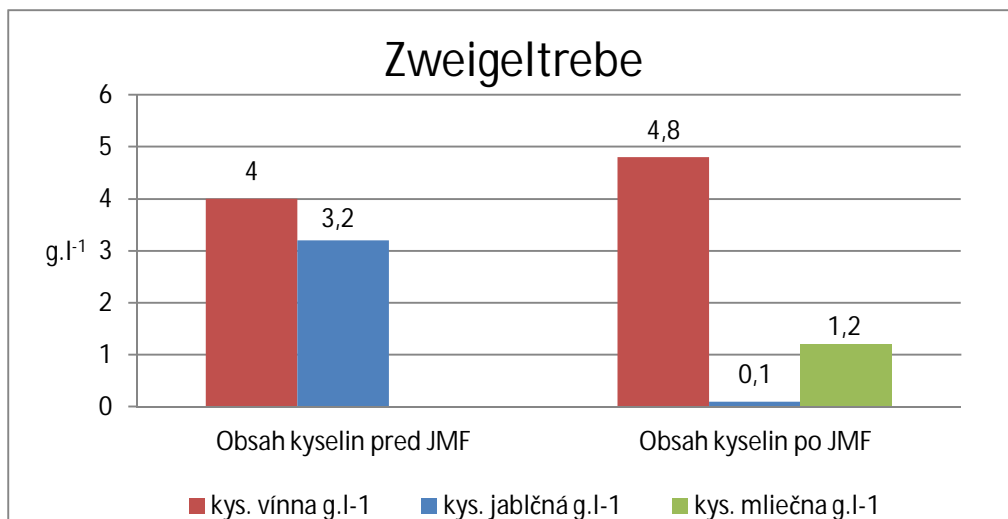
Graf 2: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Dunaj

V grafe 2 je znázornená odroda Dunaj. V tomto prípade sa kyselina vínna znížila o $0,6 \text{ g.l}^{-1}$. Kyselina jablčná sa odbúrala úplne za vzniku $1,6 \text{ g.l}^{-1}$ kyseliny mliečnej.



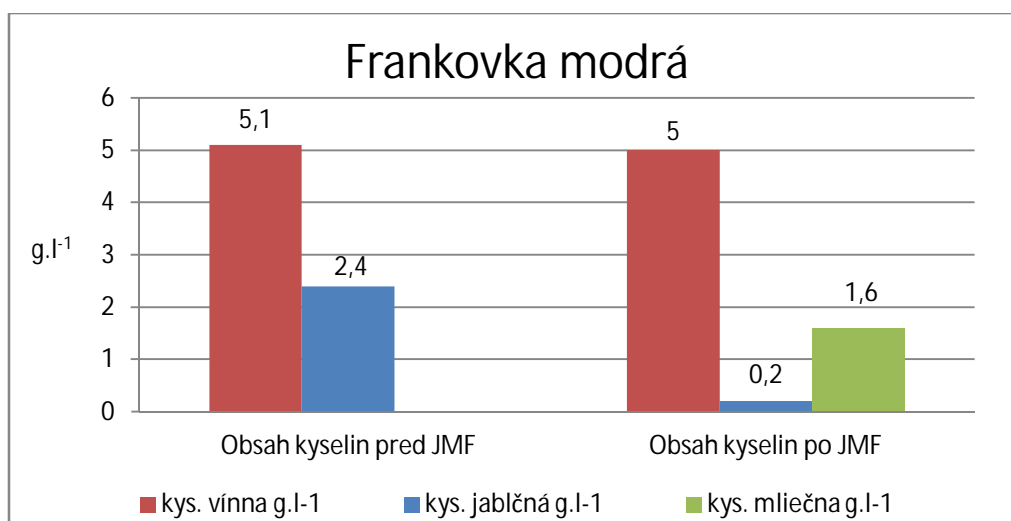
Graf 3: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Merlot

V grafe 3 je znázornená odroda Merlot. Kyselina vínna sa znížila o $0,3 \text{ g.l}^{-1}$, kyselina jablčná sa znížila na hodnotu $0,2 \text{ g.l}^{-1}$ za vzniku $1,5 \text{ g.l}^{-1}$ kyseliny mliečnej.



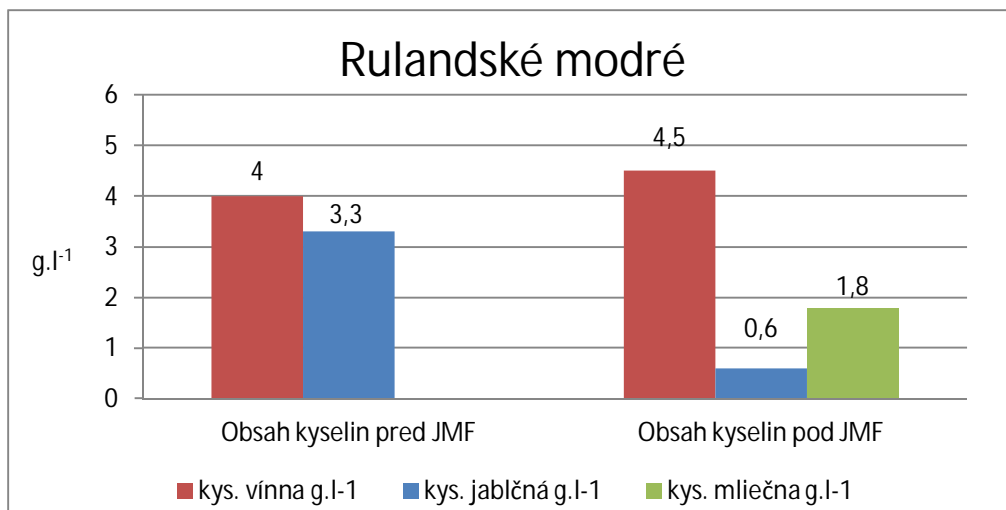
Graf 4: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Zweigeltrebe

V grafe 4 je znázornená odroda Zweigeltrebe. Kyselina vínna sa zvýšila o 0,8 g.l⁻¹, kyselina jablčná sa znížila na 0,1 g.l⁻¹ za vzniku 1,2 g.l⁻¹ kyseliny mliečnej.



Graf 5: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Frankovka modrá

V grafe 5 je znázornená odroda Frankovka modrá. Kyselina vínna sa znížila o 0,1 g.l⁻¹, kyselina jablčná sa znížila na 0,2 g.l⁻¹ za vzniku 1,6 g.l⁻¹ kyseliny mliečnej.



Graf 6: Obsah jednotlivých kyselín u odrody Rulandské modré

V grafe 6 je znázornená odroda Rulandské modré. V tomto prípade sa kyselina vínna zvýšila o 0,5 g.l⁻¹, kyselina jablčná sa znížila na 0,6 g.l⁻¹ za vzniku 1,8 g.l⁻¹ kyseliny mliečnej.

6 ZÁVER

V bakalárskej práci boli popísané vybrané kyseliny vo vínach a muštach. K hlavným organickým kyselinám hroziem patrí kyselina vínna a kyselina jablčná. Obecne možno povedať, že obsah kyseliny vínnej v hroznách je podstatne stabilnejší na rozdiel od kyseliny jablčnej. Obsah kyseliny jablčnej v hroznách je odrazom daného ročníka a agrotechnických zásahov, ktoré boli na kre révy vykonané. Kyselina jablčná dáva vínam charakteristickú sviežosť a jej nedostatok nie je možné zo senzorického hľadiska nahradiť kyselinou vínnou. Obsah titrovateľných kyselín má význam pre správne stanovenie termínu zberu.

Práca popisuje možnosti regulácie kyselín vo vinici, ku ktorým neodmysliteľne patria agrotechnické zásahy, zelené práce, výživa, hnojenie a veľa ďalších faktorov ovplyvňujúcich obsah kyselín v hroznách. Každoročný vegetačný cyklus viniča sa začína a končí s odchodom a príchodom zimy. Nevyhnutnou súčasťou je však celoročná starostlivosť človeka o vinohrad, ktorý v zimnom období treba dobre pripraviť na novú sezónu. Pri vývine hroznových bobúľ rozlišujeme dve hlavné obdobia a to obdobie rastu a obdobie zrenia.

Aj keď kvalita budúceho vína vzniká vo vinici je veľmi dôležitý technologický postup pri výrobe vína. Pri ošetrovaní muštu a vína s relatívne nízkou koncentráciou kyselín sa pristupuje k zvyšovaniu obsahu kyselín čiže k okysleniu vína. Víno s nízkym obsahom kyselín chutí neharmonicky a fádne. Okyslenie sa bežne používa v produkčných oblastiach s horúcim a teplým podnebím. Za účelom zharmonizovania chuti sa používajú k ošetrovaniu vína rôzne spôsoby. V ročníkoch s vysokým obsahom kyselín v hroznách a vínach sa pristupuje k znižovaniu obsahu kyselín tzv. odkysleniu. Odkyslenie pomocou sceľovania vín, hydrogén uhličitanom vápenatým, podvojným odkyslením, alebo vinárskou modernou biologickým odbúraním kyselín, vedie k stavu, kedy sa v chuti ostrá kyselina jablčná odbúrava na jemnejšiu kyselinu mliečnu. Metóda bola aplikovaná v praxi pre overenie odbúrania kyseliny jablčnej na kyselinu mliečnu.

Pre praktické stanovenie bolo použitých 5 odrôd červených vín – Dunaj, Merlot, Zweigeltrebe, Frankova modrá a Rulandské modré. Vína boli ročníku 2013, pochádzajúce z južno-slovenskej vinohradníckej oblasti, Štúrovského regiónu, z obce Mužla. Pred zahájením pokusu a po jablčno-mliečnej fermentácii bolo merané pH

a stanovenie obsahu jednotlivých kyselín enzymatickou metódou. Záverom možno povedať, že jablčno-mliečna fermentácia prebehla, víno sa zharmonizovalo, pH sa pri väčšine odrôd následkom JMF zvýšilo. Obsah kyseliny jablčnej sa odbúral na jemnejšiu kyselinu mliečnu takmer úplne. JMF prebehla riadene, pomocou baktérii *Oenococcus oeni*. Výsledky overenia sú zahrnuté v práci v tabuľkách a grafoch.

7 ZHRNUTIE

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo popísať vybrané organické kyseliny vo vínach a muštach. Z nich najdôležitejšie kyseliny v hrozne sú kyselina vínna a jablčná. Následne popísať fyziologické vlastnosti pri zrení hrozien, ktoré ovplyvňujú obsah kyselín. Podľa nich je možné presne určiť, kedy sa vo vinici môžu uplatniť konkrétne agrotechnické zásahy. Aj keď kvalita vína vzniká vo vinici, je veľmi dôležité technologické spracovanie. V ročníkoch, kedy dochádza k neideálnemu obsahu kyseliny jablčnej a vínnej v muštach a vínach sa uplatňuje regulácia kyselín, zvýšením alebo znížením obsahu kyselín. Zvýšenie obsahu kyselín je možné doceliť pomocou kyseliny vínnej, mliečnej a citrónovej. Naopak bežnejšie zníženie obsahu kyselín je možné odkyslením pomocou sceľovania vín, hydrogén uhličitanom vápenatým a ďalšími bežnými spôsobmi, alebo vinárskou modernou biologickým odbúraním kyselín, kedy sa v chuti ostrá kyselina jablčná odbúra na jemnejšiu kyselinu mliečnu.

Kľúčové slová: organické kyseliny, regulácia kyselín, odkyslenie, okyslenie , jablčno-mliečna fermentácia.

RESUME

The aim of this thesis was to describe the selected organic acids in wines and musts . The most important acids in grapes are tartaric acid and malic acid . Then describe the physiological characteristics of the grapes ripening affecting acidity . According to them, it is possible to determine exactly when in the vineyard may apply specific agro-technical interventions . Although there is a quality wine in the vineyard , it is very important technological processing . In grades where there is non-ideal malic acid and tartaric acid in musts and wines is applicable regulation acids , increasing or decreasing acidity. Acidification can be achieved by means of tartaric acid , lactic acid and citric acid. Conversely common acidification can be de-acidified using blending wines , hydrogen carbonate calcium and other conventional methods or modern viticultural biodegradation acids , which are in sharp taste degrade malic acid to softer lactic acid .

Keywords: organic acids, regulation of acid, de-acidification, acidification, malolactic fermentation.

8 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

BALÍK, J. *Vinařství – návody do laboratorního cvičení*. Brno: MZLU, 2005. ISBN 80-7157-809-6.

BALÍK, J. Zásadní analýzy, výpočty postupy pro odkyselození pomocí uhličitánu vápenatého. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hodpodářství a obchod vínem* /. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republik, 2010, č. 12. ISSN 1212-7884. Dostupné z: <http://www.vinarskyobzor.cz/archiv>.

BAROŇ, M. *Vinič a víno: Malolaktická Fermentácia*. Bratislava: Vydavateľstvo Z and J, 2013, roč. 13, č. 6. ISSN 1335-7514.

BAROŇ, M. *Základy Vinařství: Zmeny a pochody behem zrání hroznú révy vinné*. Lednice, 2013.

BERGMEYER, H. U. *Methods of enzymatic analysis (3rd ed). Metabolites 2: Tri- and dicarboxylic acids, purines, pyrimidines and derivatives, coenzymes, inorganic compounds* (Vol. VIII, pp. 78-85). Weinheim, Germany: Verlage Chemie, 1985.

CARBONNEAU, A. *Evolution de la conduite du Vignoble: De L' Histoire aux nouveaux systèmes de conduite*. 2010. Le Progrés agricole et viticole.

CARRASCOSA, S. *Molecular wine microbiology: principles and applications*. 1st. ed. Boston: Elsevier/Academic Press, 2011, vii, 363 p. ISBN 01-237-5021-0.

ĎORĎ, L., LOŽEK, L. a HRONSKÝ, Š. *Vplyv klimatických faktorov na kvalitu hrozna a vína v modrokamenskom vinohradníckom rajóne*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2010. ISBN 978-80-552-0491-8.

FARKAŠ, J. *Technológia a biochémia vína*, 1. vydání, Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1973, 773 s.

FARKAŠ, J. *Biotechnológia vína*. Bratislava: Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatury, 1983. 978 s. ISBN 63-076-83.

FARKAŠ, J. *Všetko o víne – Tajomstvá kvality vína*. Neografia a.s. Martin, 1998, 171 s. ISBN 80-88892-16-3.

HRONSKÝ, Š., BERNÁTH, S., ĎURIŠ, R. *Vinohradnictvo*, SPU v Nitre, 2002, 108 s. ISBN 80-8069-010-3.

HUBÁČEK, V. *Výroba réвовého vína*. Vyd. 1. Ilustrace Otakar Procházka. Praha: Agrodat, 1996, 40 s. s.40. ISBN 80-710-5140-3.

JACKSON, R. S. *Wine science: principles and applications*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2008. ISBN 978-012-3736-468.

KOVÁČ, J. a kol. *Spracovanie hrozna: Učeb. pre 2. a 3. roč. SPOŠ a SOU*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990. ISBN 80-070-0313-4.

KRAUS, V., 2003: *Pěstujeme révu vinnou*. Grada Publishing a.s., 96 s. ISBN 978-80-247-0562-0.

KRAUS, V; FOFFOVÁ, Z; VURM, B; KRAUSOVÁ, D. *Nová encyklopedie českého a moravského vína*. Vyd. 1. Praga Mystica, Praha 2005, s. 306; ISBN 80-86767-00-0.

KRAUS, V; KUTTELVAŠER, Z; VURM, B.: *Encyklopedie českého a moravského vína*. Nakladatelství Melantrich, Praha 1997; s. 224; ISBN 80-7023-250-1.

KUMŠTA, M. *Vinařský obzor: Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hodpodářství a obchod vínem /*. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republik, 2012, č. 3. ISSN 1212-7884.

LAHO, L., MINÁRIK, E., NAVARA, A. *VINÁRSTVO: chémie, mikrobiológia a analytika vína*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1970. s. 426: sv. 2866. ISBN 301-04-43.

MALÍK, F. *Dobré víno – Polygrafia*. Bratislava: 1996, s. 341; ISBN 80-88780-04-7.

MATTHEW, M., SHACKEL, K. *Growth and water transport in fleshy fruit*. In: Holbrook NM, Zwieniecki M (Eds) *Vascular Transports in Plants*, 2005, Elsevier Academic Press, pp 181-197.

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 606/2009. *Úřední věstník Evropské unie*. In: (ES) č. 479/2008. 2009. Dostupné z [:http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:193:0001:0059:CS](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:193:0001:0059:CS).

- ORAVEC, L. *Kyseliny vo víne ich význam a ich senzorická úprava*. Wine Palace - Víno, vinári, zoznam vín a ich hodnotenia. Dostupné z: <http://www.winepalace.sk/info/27-info-kyseliny-vo-vine-ich-vyznam-a-ich-senzoricka-uprava/>.
- PASSOS, P. C. *Supercritical fluid extraction of grape seed (Vitisvinifera L.) oil*. Effect of the operating conditions upon oil composition and antioxidant capacity Original Research Article. *Chemical Engineering Journal*, 2010. Vol. 160, Issue 2, s. 634-640.
- PAVELKOVÁ, I. *Několik poznámek k úspěšné jablčno- mléčné fermentace*. In: *VINÁŘSKY OBZOR*, 2007, č. 11, s. 543- 544.
- PAVLOUŠEK, P. *Encyklopedie révy vinné*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2263-1.
- PAVLOUŠEK, P. *Encyklopedie révy vinné*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2007, 316 s. ISBN 978-80-251-1704-0.
- PAVLOUŠEK, P. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, 2011, 333 s. ISBN 978-80-247-3314-2.
- PAVLOUŠEK, P. *Výroba vína u malovinařů*. Vyd.2. Praha: Grada Publishing, 2010. 120 s. ISBN 9788024734873.
- PELIKÁN, M., KUTTELVAŠER, Z., VURM, B. *Technologie kvasného průmyslu*. 1. vyd. Editor Zuzana Foffová. Brno: MZLU, 1996, 129 s. ISBN 80-715-7240-3.
- POSPÍŠILOVÁ, D. *Zmena klímy vo vzťahu k vinohradníckemu odvetviu*. In *Vinič a víno*, roč. 7, 2007, s. 98-99. ISSN 1335-7514.
- RIBÉREAU-GAYON, P., DUBOURDIEU, D., DONÈCHE, B. *Handbook of enology*. 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley, 2006-, 2 v. ISBN 04-700-1037-1.
- ROP, O., HRABĚ, J. *Nealkoholické a alkoholické nápoje*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 129 s. ISBN 978-80-7318-748-4.
- SAAYMAN, M., VILJOEN-BLOOM, M. *The Biochemistry of Malic Acid Metabolism by Wine Yeasts – A Review*. *South Africa Journal of Enology and Viticulture*. 2006, 113-122. ISSN 0253-939X.

- SOCHOR, J. Vinařství - *Vývojové a morfologické změny bobulí révy vinné: Růst a zrání hroznů*. Vinařství [online]. 2013. vyd. 2013 [cit. 2014-04-03]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1270.
- STEEL, C. C., GEER, D., H. *Effect of climate on vine and bunch characteristic: bunch rot disease susceptibility*. In *Acta Horticulturae*. International Society for Horticultural Science. 2008. ISBN 978-90-6605-268-0, ISSN 0567-7572.
- STEIDL, R. *Sklepní hospodářství*. V českém jazyce vyd. 1. Valtice: Národní salon vín, 2002, 307 s. ISBN 80-903-2010-4.
- STEVENSON, T. *Svetová encyklopédie vín*. 3. vyd. Praha: Knižní klub, 2002. 502 s. ISBN 80-242-0856-3.
- SOTOLÁŘ, R. *Multimediální atlas podnožových, moštových a stolních odrůd révy* [online]. 2006 [cit. 7.4.2014]. Dostupné z: http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/556/ustav_556/atlas_reva/atlas_reva.pdf.
- STYGER, G., PRIOR, B., BAUER, F.F. *Wine flavour and aroma*. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 1145-1159.
- ŠVEJCAR, V. *Vinárství-základy technologie*. Vyd. 1. Brno : MZLU, 1986. 56 s. ISBN 55-914-86.
- VANEK, G. *Výživa viniča v podmienkach integrovanej produkcie*. In. *Vinič a víno*. roč. 8, 2008, č. 3, s. 76-78, ISSN 1335-7514.
- VIDAL, M. T., POBLET, M., CONSTANTÍ, M., BORDONS, A. *Inhibitory Effect of Copper and Dichlofluanid on Oenococcus oeni and Malolactic Fermentation*. ASEV : American Journal of enology and viticulture. 2001, 52: 223-229. ISSN 00029254.
- Vína z Moravy a vína z Čech. *oficiální stránka vín z České republiky* [online]. 2013 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.wineofczechrepublic.cz/>.
- VINAŘSKÝ OBZOR: *Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod vínem* /. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republik, 2012. ISSN 1212-7884.

VINAŘSKÝ OBZOR: *Odborný časopis pro vinohradnictví, sklepní hospodářství a obchod vínem* /. Velké Bílovice: Svaz vinařů České republik, 2013, roč. 2013, č. 4. ISSN 1212-7884.

VOLSCHENK, H., VAN VUUREN, H. J. J., VILJOEN-BLOOM, M., *Malic acid in Wine: Origin, Function and Metabolism during, Vinification*. South Africa Journal of Enology and Viticulture. 2006, 123-136. ISSN 0253-939X.

ZÁRUBA, F. *Vinohradnictvo*. Bratislava: Príroda, 1985. 392 s. 64-044-085.

ZOECKLEIN, B. W. *Wine analysis and production*. New York: Chapman and Hall, 1995. ISBN 0-8342-1701-5.