

CHARACTERISTIC OF MICROBIAL COMMUNITY DURING FERMENTATION OF STUM

Jadža Lejková, Soňa Javoreková, Miroslava Kačaniová, Ivana Nováková, Zuzana Selešiová, Jana Maková

ABSTRACT

The aim of our study was the characteristic of microbial community during fermentation of stum using classical plate diluting method. In different groups of microorganisms we followed changes in total plate count number, number of lactobacilli and changes in yeast number during fermentation. Samples were taken during the fermentation process in wine factories and a private vineyard. During this period, were examined 30 samples of wine, Müller Thurgau, Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Traminer Red and bio-wine. Samples were collected from stum non filtrated and filtrated, the beginning of fermentation, fermentation, late fermentation and young wine. The statistical evaluation demonstrated that the microflora presented during the fermentation process was not affected by grape variety, but by process of fermentation. On the base of statistical evaluation was shown that in total plate count number and yeast event were reported highest values in the stormy phase of fermentation. For total number of microorganisms of each variety in the bubbling ferment phase values ranged from 14 to 176 cfu.ml⁻¹ and for the yeast values ranged from 19 to 150 cfu.ml⁻¹. In the case of lactobacilli, their highest abundance was statistically confirmed during stormy fermentation, when the numbers were reaching almost the initial value in grape-must non filtrated.

Key words: wine, lactobacilli, yeasts, bacteria, fermentation

ÚVOD

V roku 1863 objavil Louis Pasteur podstatu alkoholového kvasenia u vína a dokázal, že prebieha na základe mikrobiálnej aktivity. Alkoholové kvasenie muštu pri výrobe vína je zložitý biochemický proces, na ktorom sa môže podieľať až 15 rodov kvasiniek (Pavloušek, 2006).

Kvasinky vylučujú enzýmy, ktoré premieňajú prirodzené cukry hrozna v pomere skoro rovnakom množstve alkoholu a oxidu uhličitého. Tento proces sa zastavuje, keď zásoba cukru sa vyčerpá, alebo keď hladina alkoholu dosiahne takú úroveň, ktorá je pre enzýmy kvasiniek toxická (normálne 15 až 16 %, niektoré kmene môžu prežiť aj 20 až 21 % (Stevenson, 1999).

Kvasenie je jedným zo základných typov energetického metabolizmu mikroorganizmov. Definujeme ho ako metabolický proces uvoľňujúci energiu, v ktorom organické zlúčeniny sú donormi (darcami) elektrónov a iné organické zlúčeniny sú akceptormi (príjemcami) elektrónov (Kováč, 1990).

Kvasenie hroznového muštu je zložitý mikrobiologicko – biochemický proces, pri ktorom sa formuje kvalita dorábaného hroznového vína. Hroznový cukor v hroznovej šťave predstavuje nutričnú látku pre mnohé mikroorganizmy, hlavne pre kvasinky, v menšej miere pre baktérie. Mikroorganizmy v procese svojho metabolizmu premieňajú mušty na víno (Hronský, 2006).

Substrátom pre etanolovú fermentáciu sú väčšinou hexózy. *Saccharomyces cerevisiae* metabolizuje glukózu cez Embdenovu-Meyerhofovu-Parnasovu dráhu (EMP), tiež označovanú ako hexózodifosfátová dráha (Rebroš et al., 2005).

Vo vínnych muštoch býva obsah cukru 125 - 250 g.l⁻¹, kde suché vína môžu obsahovať aj menej než 4 g.l⁻¹ zbytkového cukru (vyjadrené ako glukóza). Okrem glukózy a fruktózy obsahujú vína v relatívne väčšom

množstve tiež arabinózu, xylózu, galaktózu a malé množstvo ďalších monosacharidov a oligosacharidov (Velišek, 2002).

Alkoholové kvasenie je dynamický, komplexný mikrobiálny proces, ktorý zahŕňa rozvoj rôznych druhov kvasiniek a baktérií mliečného kvasenia. Prebieha v kvasných nádobách uzatvorených kvasnými zátkami, ktoré sú umiestnené v kvasiarni alebo na voľnom, niekedy zastrešenom priestranstve, v ktorom sú vyhovujúce priestory a podmienky pre kvasenie muštu (Tóth et al., 2008).

Priebeh kvasenia možno rozdeliť do troch fáz: začiatok kvasenia, búrlivé kvasenie a dokvasovanie. Z hľadiska ovplyvňovania kvality budúcich vín je najdôležitejšie búrlivé kvasenie – táto fáza je charakteristická zvýšeným rozmnožovaním a rastom buniek kvasiniek, pričom sa tvorí veľké množstvo CO₂ a tepelnej energie. V normálnych podmienkach trvá 7–14 dní. Keďže priebeh búrlivého kvasenia ovplyvňuje kvalitu budúcich vín, toto štádium usmerňujeme viacerými technologickými operáciami, aby kvasný proces prebehol pozvoľnejšie a teplota muštu neprekročila hranicu 27 °C (Steidl, 2002).

Rôzne druhy a kmene kvasiniek metabolizujú zložky hroznovej šťavy na široké spektrum prchavých konečných produktov, ktoré prispievajú k vôni, chuti a iným vlastnostiam vína. Hlavné prchavé produkty metabolizmu kvasiniek ako etanol a oxid uhličitý majú relatívne malý príspevok k príchuti vína. Naopak organické kyseliny, vyššie alkoholy, estery a v menšej miere acetaldehyd predstavujú hlavné skupiny látok, ktoré tvoria buket vína (Combina et al., 2005).

Kvasinky sú z vinársko – technologického hľadiska najdôležitejšie mikroorganizmy. Najviac kvasiniek sa nachádza na trhlínach bobúľ hrozna, kde presakuje hroznová šťava. Na stopkách hrozna a uzavretých bobuľách hrozna, ktoré sú obalené voskovou vrstvou sa

nenachádzajú vhodné výživné látky, a preto sa v nich kvasinky nezdržujú (Vajcziková, Breierová, 2003).

Okrem kvasiniek majú veľký význam pre akosť vín aj baktérie. Vo vinárstve rozlišujeme baktérie užitočné (baktérie jablčno – mliečného kvasenia) a škodlivé (slizovité baktérie, baktérie manitového kvasenia a.i.), ktoré spôsobujú nežiaduce zmeny vo vínach. Po zbere hrozna môžeme baktérie nájsť na zreých bobuliach spoločne s kvasinkami a mikroskopickými hubami. Všeobecne možno baktérie v kvasiacich muštach dokázať už po niekoľkých dňoch. Ich aktivita je však minimálna (Tóth et al., 2008).

Mliečne baktérie rodu *Lactobacillus* sú fakultatívne anaeróbne baktérie. Ich pozitívnu vlastnosťou je, že odbúravajú kyselinu jablčnú (jablčno – mliečne kvasenie). Ich negatívnu vlastnosťou je rozklad kyseliny vínnej (zvrhnutie vína) a mliečne kvasenie. Priebeh kvasenia musí byť pomalý a intenzívny. Aby výsledkom bolo kvalitné víno, musí sa kvasenie regulovať a podľa potreby ovplyvňovať. Ovplynenie intenzity kvasenia pôsobí na syntézu enzýmov a odzrkadľuje sa v rozmnožovaní kvasiniek. Kvasinky reagujú na rozličné vonkajšie a vnútorné podmienky a činitele, ktoré sú z hľadiska ich metabolizmu dôležité (Hronský, 2006).

Cieľom práce bolo sledovanie zmeny mikrobiálneho spoločenstva vín počas fermentácie.

MATERIÁL A METODIKA

Testovaných 30 vzoriek bolo odobraných do sklenených vysterilizovaných fliaš o objeme 1,5 dcl počas spracovania hrozna a výroby vína v roku 2009 počas celého výrobného procesu v týchto fázach: neodkalená šťava (I), odkalená šťava (II), začiatok kvasenia (III), búrlivé kvasenie (IV), dokvasovanie (V) a stočené víno (VI). Na testovanie sme použili vzorky odobraté z muštu pri výrobe (fermentácii) nasledovných odrôd vín: Müller Thurgau; Cabernet Sauvignon; Chardonnay; Tramín Červený a biovíno. Na výrobu biovína bolo pužité hrozno z ekologického poľnohospodárstva (počas pestovania bol použitý iba jeden postrek za rok na báze modrej skalice). Kvasenie pri výrobe tohto vína prebiehalo spontánne na rozdiel od ostatných odrôd, kde bolo kvasenie riadené prídavkom kvasiniek a nižšou teplotou kvasenia.

Kvasenie odrôd Müller Thurgau, Cabernet Sauvignon, Chardonnay a Tramín Červený prebiehalo pri teplotách do 25 °C v anaeróbných podmienkach, a to tzv. riadeným kvasením, aby sa spracovatelia vyhli vzniku rôznych technologických nedostatkov, či je to už pomalé kvasenie, veľké narastanie aeróbnej mikroflóry alebo rozmnoženie sa nevhodného druhu kvasiniek.

V odobratých vzorkách sme sledovali platňovou zriedňovacou metódou tri skupiny mikroorganizmov, a to celkový počet mikroorganizmov (CPM), kvasinky a laktobacily. Použité živné pôdy a kultivačné podmienky sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Použité živné pôdy a kultivačné podmienky na stanovenie vybraných mikrobiálnych skupín

Skupina mikroorganizmov	Použitá živná pôda	Spôsob očkovania	Teplota	Čas
Celkový počet mikroorganizmov	GTK	Zaliatím	30 °C	72 h
Kvasinky	SA	Zaliatím	25 °C	5-7 dní
<i>Lactobacillus</i> spp.	MRS	zaliatím	30 °C	72 h

GTK – agar s glukózou, tryptónom a kvasničným extraktom (BiomarkTM), SA – sladinový agar (BiomarkTM), MRS – De Mana – Rogossa – Sharpeho agar (BiomarkTM)

Po uplynutí času kultivácie sme počítali vyrastené kolónie podľa STN:

- stanovenie celkového počtu mikroorganizmov STN ISO 4833
- stanovenie kvasiniek STN 7954
- stanovenie laktobacilov STN 560094

Na štatistické hodnotenie sme použili priemerné hodnoty stanovených počtov mikroorganizmov metódou jednofaktorovej analýzy variancie (ANOVA, LSD test, $P \leq 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri kvasení hroznového muštu prebieha typické etanolové kvasenie, pri ktorom sa spotrebúvajú cukry z ktorých vzniká etanol a oxid uhličitý. Bunky sa musia prispôbiť nízkemu pH, vysokej osmolarite nového prostredia, vysokému obsahu SO₂, neskôr nedostatku živín, teplotným výkyvom a toxicite, ktorú spôsobuje tvorba etanolu. Kvasenie muštu teda súvisí s rastom a rozmnožovaním kvasiniek. Z technologického hľadiska rozdeľujeme kvasenie muštu do troch fáz: rozmnožovanie kvasiniek a začiatok kvasenia (súvisí s adaptačnou fázou rastu kvasiniek); búrlivé kvasenie (súvisí s exponenciálnou a logaritmickou fázou rastu kvasiniek, trvá 7 až 14 dní a vyznačuje sa tvorbou hlavných produktov kvasenia – etanolu a CO₂); dokvasovanie (súvisí so stacionárnou fázou rastu kvasiniek) (Hronský, 2006).

Výsledky experimentu potvrdili, že najvyššie počty kvasiniek sme zaznamenali práve vo fáze búrlivého kvasenia, a to najmä v prípade odrody Müller Thurgau (Obr. 1) v porovnaní s ďalšími odrodami s riadeným kvasením. Počty kvasiniek v tejto odrode sme stanovili v rozmedzí od 9 do 150 KTJ.ml⁻¹. Pričom nulovú hodnotu sme zaznamenali až vo fáze stočeného vína (VI). V porovnaní s ostatnými vzorkami sme v tejto odrode zaznamenali aj najvyššie hodnoty laktobacilov (s max. 80 KTJ.ml⁻¹) a to vo fáze búrlivého kvasenia (IV), táto skutočnosť však môže ovplyvniť obsah kyselín a kvalitu vína. Müller Thurgau je odroda pre ktorú je dôležité na vytvorenie muškátovo-ovocnej arómy kvasenie pri nižších teplotách (15-18 °C). V rokoch s teplým slnečným počasím a vysokou cukrnatosťou treba preto kontrolovať aj obsah kyselín.

Zostávajúce tri odrody (Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Tramín červený) nedosahovali stanovené hodnoty počtov sledovaných skupín mikroorganizmov

ako v prípade odrody Müller Thurgau. Ani abundancia kvasiniek vo fáze búrlivého kvasenia nedosiahla hodnoty odrody Müller Thurgau, i napriek tomu, že v

neodkalenej šťave sme vyššie počty kvasiniek stanovili v prípade odrôd Chardonnay a Tramín červený (Tab. 2).

Tabuľka 2 Zhodnotenie mikroocenózy v hroznovom mušte na začiatku a konci kvasenia

Odroda	Neodkalená šťava			Koniec fermentácie		
	CPM	kvasinky	laktobacily	CPM	Kvasinky	Laktobacily
Müller Thurgau	33,50	10,00	69,50	2,30	3,60	3,60
Cabernet Sauvignon	38,00	10,00	65,00	2,68	1,77	3,54
Chardonnay	21,16	24,65	9,20	6,00	3,88	1,52
Tramín červený	12,90	21,10	5,40	3,85	2,62	1,66
Biovíno	58,50	70,50	72,50	2,32	4,96	2,16

Najvyššie hodnoty kvasiniek v neodkalenej šťave sme stanovili v prípade muštu pri výrobe biovína. Vzorka biovína však už počas fázy búrlivého kvasenia mala nižšie hodnoty počtov kvasiniek ako odrody Müller Thurgau a Cabernet Sauvignon, ale vyššie ako v prípade odrôd Chardonnay a Tramín červený. Kvasenie však v biovíne mohlo prebehnúť tiež v dostatočnej miere, nakoľko prirodzene sa vyskytujúce kmene vínnych kvasiniek sa líšia od laboratórnych kultivarov hlavne tým, že dokážu úplne premeniť všetok cukor v mušte na etanol v rámci vinárskych podmienok (Pizarro et al., 2007). Naše hodnoty prítomných kvasiniek však u všetkých odrôd boli nižšie ako $10^2 - 10^6$ KTJ. ml⁻¹ ako uvádzajú Shi-Li et al. (2010). Tieto kvasinky však nepatrieli do rodu *Saccharomyces*, ale bolo zistených sedemnást' rôznych druhov kvasiniek patriacich do ôsmich rodov, vrátane rodov *Hansenula*, *Cryptococcus*, *Pichia*, *Candida*, *Hanseniaspora* a ďalšie. Na rozdiel od našich výsledkov Vajcziková a Breierová (2003) konštatujú, že sa v našich vínach nachádzajú hlavne tzv. silno kvasiace mikroorganizmy rodov *Saccharomyces*, ďalej slabo kvasiace mikroorganizmy rodu *Kloeckera*, *Torulopsis* a kvasinkovité aeróbne mikroorganizmy rodov *Candida*, *Pichia* a *Hansenula*. Očkovanie vybranými kmeňmi kvasiniek znižuje riziko stagnujúceho kvasenia a prispieva k zvyšovaniu senzorkých vlastností a kvality vína. Výber kultúry kvasiniek závisí od hroznového kultivaru, zloženia muštu, všeobecných podmienok kvasenia a od požiadaviek na konečný výrobok (Garre et al., 2009). Malacrino et al. (2001) uvádza, že v ml muštu sa nachádza až 10^7 kvasiniek, na rozdiel od našich výsledkov je to rádovo 10^4 viac. Vyššie počty kvasiniek

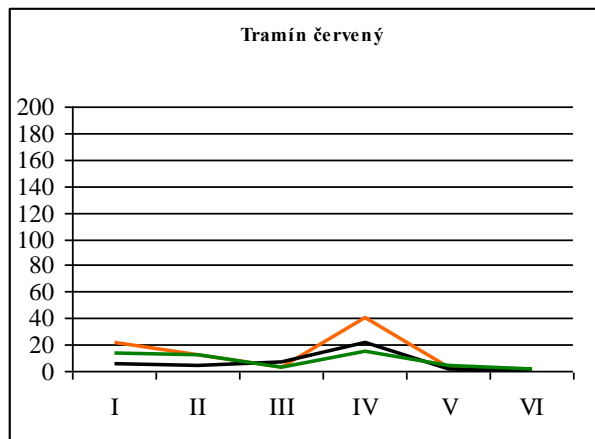
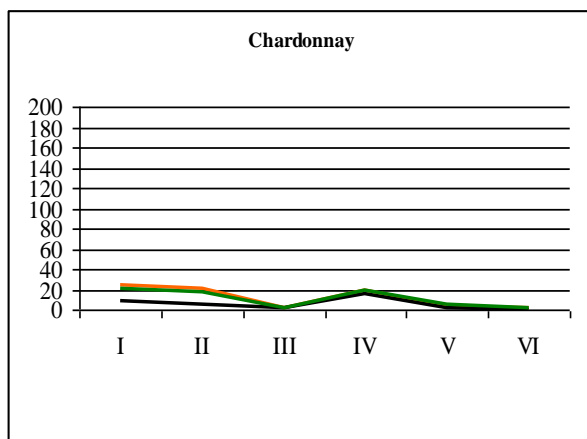
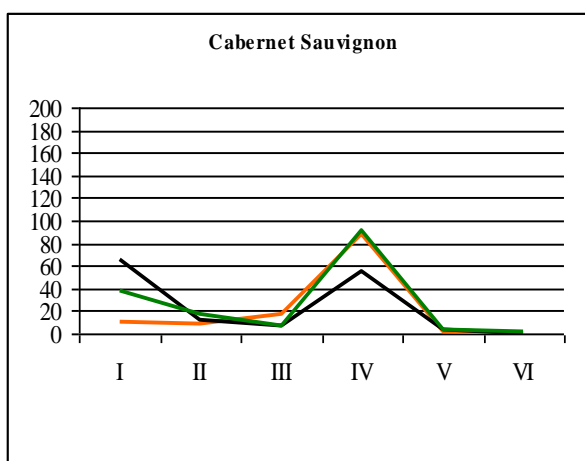
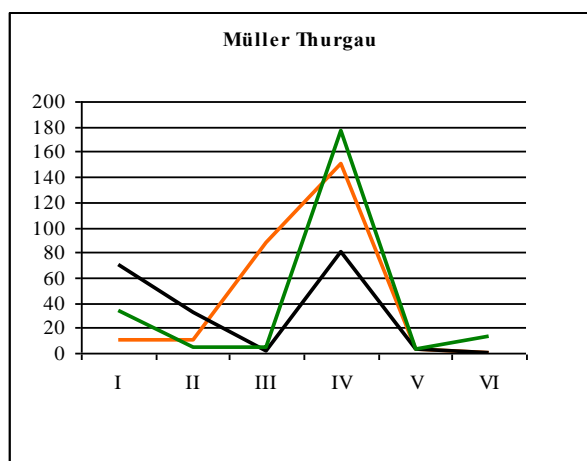
zabezpečujú tvorbu širokého spektra prchavých konečných produktov, ktoré prispievajú k vôni, chuti a iným vlastnostiam vína. Naopak organické kyseliny, vyššie alkoholy, estery a v menšej miere acetaldehyd predstavujú hlavné skupiny látok, ktoré tvoria buket (Combina et al., 2005). Malacrino et al. (2001) v ml muštu stanovili počty baktérií 10^4 KTJ. ml⁻¹, čo môže spôsobiť vysoký obsah prchavých kyselín a nepríjemnú príchuť vína. V prípade našich vzoriek sme tak vysoké počty, najmä laktobacilov nezaznamenali. Du Toit a Lambrechts (2002) konštatujú, že výskyt baktérií octového kvasenia v hroznovom mušte môže byť v koncentráciách až od 10^4 do 10^7 KTJ.ml⁻¹. Z octových baktérií sa v muštoch vyskytujú hlavne zástupcovia rodov *Gluconobacter*, *Acetobacter* a *Frateria*. Počet octových baktérií môže podľa týchto autorov klesnúť z $10^6 - 10^7$ KTJ.ml⁻¹ pred inokuláciou kvasinkami na $10^3 - 10^4$ a v polovici, resp. na konci kvasenia na $10^2 - 10^3$ KTJ.ml⁻¹. Na základe našich výsledkov sme až tak vysoký pokles nezaznamenali, maximálne o 2 rady, a to v prípade porovnania hodnôt na začiatku a na konci kvasenia.

Štatistickým zhodnotením (Tab. 3) stanovených počtov mikroorganizmov sme potvrdili, že najvyššie hodnoty kvasinek, laktobacilov aj celkový počet mikroorganizmov sú počas fermentácie hroznového muštu vo fáze búrlivého kvasenia (IV). Búrlivé kvasenie muštu, tzv. exponenciálna čiže logaritmická fáza, trvá 7 až 14 dní, pričom sa tvorí veľké množstvo oxidu uhličitého a tepelnej energie, ktorou sa mušt zohrieva na 25 až 28 °C (Drdák et al., 1996), a práve od priebehu tejto fázy bude závisieť aj kvalita samotného vína.

Tabuľka 3 Jednofaktorová analýza variancie sledovaných mikroorganizmov (KTJ.ml⁻¹) počas fermentácie vín (ANOVA, LSD test, P≤0,05)

Sledované parametre	Sledované mikroorganizmy		
	CPM	Kvasinky	Laktobacily
Proces (n=5)			
I	30,81 ^a	27,25 ^a	44,32 ^b
II	20,43 ^a	20,04 ^a	13,90 ^a
III	7,02 ^a	23,80 ^a	4,98 ^a
IV	76,37 ^b	71,70 ^b	42,44 ^b
V	3,43 ^a	3,37 ^a	2,50 ^a
VI	3,79 ^a	1,21 ^a	0,44 ^a
P-hodnota	0,0039	0,0081	0,0009
Odroda (n=6)			
Müller Thurgau	39,15 ^a	43,43 ^a	31,24 ^a
Cabernet Sauvignon	24,70 ^a	20,93 ^a	23,79 ^a
Chardonnay	11,04 ^a	12,19 ^a	5,37 ^a
Tramín Červený	7,91 ^a	13,29 ^a	6,58 ^a
Biovíno	35,42 ^a	32,97 ^a	23,50 ^a
P-hodnota	0,5102	0,4957	0,2869

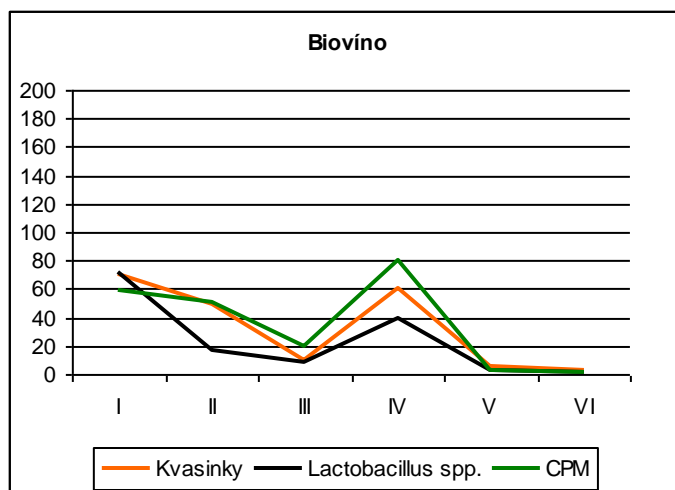
* Hodnoty v stĺpcoch označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky preukazne rozdielne
neodkalená šťava (I), odkalená šťava (II), začiatok kvasenia (III), búrlivé kvasenie (IV), dokvasovanie (V), stočené víno (VI).



— Kvasinky — Lactobacillus spp. — CPM

neodkalená šťava (I), odkalená šťava (II), začiatok kvasenia (III), búrlivé kvasenie (IV), dokvasovanie (V), stočené víno (VI).

Obrázok 1 Zastúpenie jednotlivých mikrobiálnych skupín vo vzorkách



neodkalená šťava (I), odkalená šťava (II), začiatok kvasenia (III), búrlivé kvasenie (IV), dokvasovanie (V), stočené víno (VI).

Obrázok 2 Zastúpenie jednotlivých mikrobiálnych skupín vo vzorke biovína

ZÁVER

Štatisticky preukazané ($P < 0,05$) hodnoty sme zaznamenali vo fáze búrlivého kvasenia pre všetky sledované skupiny mikroorganizmov (celkové počty mikroorganizmov, kvasiniek a laktobacilov). Stanovené počty mikroorganizmov sa pohybovali od 10^0 do 10^2 . Štatisticky preukazné rozdiely sme nezaznamenali medzi jednotlivými odrodami vína a teda ani riadeným a neriadeným spôsobom fermentácie hroznového muštu, čo však ešte nepotvrďuje dobrú a vyrovnanú kvalitu všetkých testovaných odrôd, ktorú treba hodnotiť v dozretom víne. Z hľadiska výsledkov nášho experimentu bola dosiahnutá najlepšia kvalita v stočenom víne odrody Müller Thurgau.

LITERATÚRA

COMBINA, M. – ELÍA, A. – CATANIA, C. – GANGA, A. – MARTINEZ, C. 2005. Dynamics of indigenous yeast populations during spontaneous fermentation of wines from Mendoza, Argentina. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 99, 2005, p. 237 – 243.

DRDÁK, M. – STUDNICKÝ, J. – MÓROVÁ, E. – KAROVIČOVÁ, J. 1996. Základy potravinárskych technológií. Malé Centrum: Bratislava, 1996, 512 s. ISBN 80-967064-1-1.

DU TOIT, W. J. – LAMBRECHTS, M. G. 2002. The enumeration and identification of acetic acid bacteria from South African red wine fermentations. In *Int J Food Microbiol*, roč. 74, 2002, s. 57 – 64.

GARRE, E. – RAGINEL, F. – PALACIOS, A. – JULIEN, A. – MATALLANA, E. 2009. Oxidative stress responses and lipid peroxidation damage are induced during dehydration in the production of dry active wine yeasts. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 136, 2009, p. 295 – 303.

HRONSKÝ, Š. 2006. *Vinárstvo*. SPU: Nitra, 2006, 128 s. ISBN 80-8069-774-4.

KOVÁČ, J. 1990. *Spracovanie hrozna*. Bratislava: Príroda, 1990. ISBN 80-07-00313-4.

MALACRINÓ, P. – ZAPPAROLI, G. – TORRIANI, S. – DELLAGLIO, F. 2001. Rapid detection of viable yeasts and bacteria in wine by flow cytometry. In *Journal of Microbiological Methods*, vol. 45, 2001, p. 127 – 134.

PAVLOUŠEK, P. 2006. *Výroba vína u malovinářů*. Praha, Grada Publishing a.s., 2006. 100s. ISBN 80-247-1247-4.

PIZARRO, F. – VARGAS, F. – AGOSIN, E. 2007. A systems biology perspective of wine fermentations. In *Yeast*, vol. 24, 2007, p. 997 – 991.

REBROŠ, M. – ROSENBERG, M. – KRIŠTOFÍKOVÁ, L. – STLOUKAL, R. 2005. Mikrobiálna produkcia palivového etanolu: Baktérie alebo kvasinky? In *Chem. Listy* roč. 99, 2005, s. 402- 409.

SHI – LI, S.- CHENG, CH. – LI, Z. – CHEN, J. – YAN, B. – HAN, B.Z. – REEVES, M. 2010. Yeast species associated with wine grapes in China. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 138, 2010, p. 85 – 90.

STEIDL, R. 2002. *Sklepní hospodárství*, Národní salon vín, Valtice, 2002. 306 s. ISBN 80-903201-0-4.

STEVENSON, T. 1999. *Svetová encyklopédia vín*, Ikar a.s., 1999. ISBN 80- 7118-817-4.

STN ISO 4833. Mikrobiológia. Všeobecné pokyny na stanovenie celkového počtu mikroorganizmov, Bratislava: STN, 1997, 9 s.

STN ISO 560094 Potravinárske výrobky. Stanovenie počtu baktérií rodu *Lactobacillus*. Bratislava: STN, 1988, 11 s.

STN ISO 7954. Mikrobiológia. Všeobecné pokyny na stanovenie počtu kvasiniek a plesní. Bratislava: STN, 1997, 7 s.

TÓTH, P. – FINDURA, P. – TÓTH, Ž. 2008. *Technické a technologické aspekty výroby hroznového vína*. SPU: Nitra, 158 s. ISBN 978-80-552-0160-3.

VAJCZIKOVÁ, I. – BREIEROVÁ, E. 2003. Identifikácia a druhové zastúpenie kvasiniek pri fermentácii hroznového muštu. In *Nova Biotechnologica*, roč. 2, 2003, č. 3, s. 139 – 144. ISBN 80–89034–53–5.

VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravín 1*, Tábor, OSSIS, 2002. 331 s. ISBN 80-86659-00-3.

PodĎakovanie:

Táto práca vznikla za finančnej podpory projektov VEGA 1/0372/09 a 1/0404/09 a KEGA 430-014 SPU-4/2010.

Kontaktná adresa:

Ing. Jadža Lejková. Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: j.lejkova@gmail.com

doc. Ing. Soňa Javoreková, PhD. Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda

Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: sona.javorekova@uniag.sk

doc. Ing. Miroslava Kačániová, PhD. Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: miroslava.kacaniova@uniag.sk

Ing. Ivana Nováková, PhD. Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: ivana.novakova2@gmail.com

Mgr. Zuzana Selešiová Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: zuzana.selesiova@uniag.sk

Ing. Jana Maková, PhD. Department of Microbiology, Faculty of Biotechnology and Food Science, Slovak University of Agriculture, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: jana.makova@uniag.sk.