

# PRŮBĚH ZMĚN HLAVNÍCH ORGANICKÝCH KYSELIN V PRŮBĚHU VINIFIKACE

Ing. KLÁRA ŠTEFECOVÁ, Doc. Ing. JAROSLAV ČEPIČKA, CSc., Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, VŠCHT Praha

**Klíčová slova:** kyselina vinná, kyselina jablečná, kyselina mléčná, jablečno-mléčná fermentace, vinifikace, senzorické účinky

## 1 ÚVOD

Nižší organické kyseliny jsou jedny ze základních chemických složek vína a zásadním způsobem ovlivňují jeho senzorické vlastnosti a stabilitu. Syntéza těchto kyselin probíhá už během tvorby a zrání bobulí, anebo procesem biologického odbourávání činností bakterií [1]. Některé jsou součástí hroznů a tím i hroznového moštu (kyselina vinná, kyselina jablečná, kyselina citronová), a jiné jsou meziprodukty nebo hotové produkty metabolických procesů kvasinek v průběhu alkoholového kvašení. Těkavé kyseliny, jako kyselina mravenčí nebo octová, jsou metabolity bakterií [2]. Během kvašení a zrání se kyseliny zapojují do tvorby esterů. Ty jsou důležité k dosažení příjemné ovocné vůně a jejich přítomnost ovlivňuje kvalitu buketu.

Vína vyrobená z hroznů napadených neúspěšnou formou plísně *Botrytis cinerea* obsahují zvýšené množství kyselin glukonové, slizové a hydroxyglutarové [3].

## 2 HLAVNÍ ORGANICKÉ KYSELINY VINAŘSKÉ TECHNOLOGIE

Ve vinných hroznech výrazně převažují kyseliny vinná a jablečná. Dohromady činí 70 až 90 % všech kyselin obsažených v hroznech. Ačkoliv jsou strukturně podobné, každá vzniká jinak a odlišně jsou též metabolizovány [2]. Pomalá produkce kyseliny vinné z radioaktivně značeného oxidu uhličitého ukazuje, že se jedná o sekundární metabolit. V listech se objevuje jako produkt pento-*sofosfátového* cyklu, v plodech je pak syntetizována z kyseliny galakturonové. Na rozdíl od toho je kyselina jablečná dů-

ležitým meziproduktem cyklu trikarboxylových kyselin a jako taková je syntetizována z využitelných sacharidů (glykolýzou) nebo fixací oxidu uhličitého z fosfoenolpyruvátu. Dřívější zdroje uváděly, že jsou zmíněné kyseliny přemísťeny do bobulí z jiných částí rostliny, dnes je známo, že jsou tam syntetizovány *in situ* [1].

Stupeň přeměny kyselin se může hodně lišit, závisí na odrůdě a okolním prostředí během zrání. Na začátku zrání po velmi prudké a rychlé syntéze obou kyselin jejich obsah vzrůstá jen velmi pomalu až do doby těsně před plodovou zralostí. Poté se množství kyseliny vinné stabilizuje, i když obsah kyseliny jablečné klesá [2]. Existuje hypotéza, že počátek akumulace kyseliny jablečné slouží jako nutriční rezerva, než se znovu dosadí glukosa jako hlavní dýchací substrát v době plné zralosti. To by mohlo vysvětlit rapidní pokles obsahu kyseliny jablečné během pozdních stadií zrání [1].

V nepříznivých ročních, kdy nejsou dobré klimatické podmínky v období zrání hroznů, může být obsah kyseliny jablečné až čtyřikrát vyšší, než obsah kyseliny vinné. Ve slunných a teplých ročních se pak tento poměr blíží 1:1 [3]. Vína

pocházející z teplejších vinařských oblastí jsou na kyseliny celkově chudší než vína z oblastí severních. Chemické a senzorické vlastnosti některých organických kyselin vinařské technologie jsou uvedeny v *tab. 1*.

Kyselina vinná je pro víno kyselinou typickou a nejvýznamnější. Jak už bylo zmíněno, její tvorbu v bobulích inicializují velmi dobré a teplé klimatické podmínky během vyzrání hroznů. Christin [4] uvádí, že obsah kyseliny vinné ve slupce hroznů se pohybuje od 80 do 99 mg.100g<sup>-1</sup>, v dužnině od 57 do 60 mg.100g<sup>-1</sup> hmoty v závislosti na odrůdě. Odrůdy bílé obsahují menší množství této kyseliny než odrůdy modré [4]. Obsah kyseliny vinné v moštu bývá zpravidla okolo 6 g.l<sup>-1</sup>, ve víně se pak pohybuje v rozmezí 1,5 až 5,0 g.l<sup>-1</sup>. Během kvasného procesu se obsah mění v důsledku vysrážení vinného kamene ve formě hydrogenvinnanu draselného a vinnanu vápenatého. Tyto úbytky mohou dosahovat 0,5 až 1,5 g.l<sup>-1</sup> během kvašení i po jeho skončení [5]. Může být rovněž v malém množství substrátem pro určité kmeny bakterií mléčného kvašení, ale takové změny nejsou časté ani výrazné a dějí se zpravidla ve vysoce kontaminovaných vínech [3]. Ky-

*Tab. 1 Vlastnosti vybraných organických kyselin vinařské technologie*

Kyselina	Sumární vzorec	Molekulová hmotnost	pK	Chuť
Kyselina vinná	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	188,2	3,0	jemná kyselá harmonická
Kyselina jablečná	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	134,1	3,4	ostrá kyselá
Kyselina mléčná	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	90,08	3,8	jemná kyselá
Kyselina citronová	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ·H <sub>2</sub> O	192,1	3,1	kyselá
Kyselina jantarová	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	118,1	4,2	hořko-slaná
Kyselina octová	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60,05	4,8	štiplavá kyselá dráždivá



selina vinná je chuťově jemná kyselina, která přispívá k celkové harmonii vína. V teplých vinařských oblastech se obsah kyseliny vinné ve víně pohybuje v rozmezí 2 až 5 g.l<sup>-1</sup> [2,6].

V pořadí druhou nejvíce zastoupenou kyselinou jak v bobulích, tak v moštu i víně, je kyselina jablečná. Její obsah významně ovlivňuje senzorycké vlastnosti vína. V mošttech obsah kyseliny jablečné kolísá od 13 do 1 g.l<sup>-1</sup> [7]. Během alkoholového kvašení se rychle oxiduje a po skončení kvašení klesá v důsledku biologického odbourávání kyselin. Je nejméně stabilní a aktivně se účastní dýchání a jiných metabolických drah. Může nahrazovat glukosu při dýchání během pozdějších období zrání [1,8].

Kyselina mléčná se v hroznech prakticky nevyskytuje, malé množství je vytvářeno až kvasinkami ze zkrasitelných sacharidů během alkoholového kvašení. Kvasinky produkují při kvašení jen nepatrná množství kyseliny mléčné, přičemž převládá D-(-)-izomer [2]. Existují však zřídka se vyskytující kvasinky *Saccharomyces veronae*, pro které představuje kyselina L-(+)-mléčná typický produkt metabolismu. Rovněž některé kmeny *Saccharomyces cerevisiae* jsou schopny vytvářet značná množství L-(+)-kyseliny mléčné, pro její vytvoření je potřeba 15% koncentrace glukosy nebo fruktosy. Při nízkých koncentracích sacharidů kvasinky vytvoří jen nepatrné množství této kyseliny. Tento typ kvašení však netrvá dlouho a v krátké době je přehlušen výkonnějšími kvasinkami a klasickým alkoholovým kvašením, při kterém se koncentrace sacharidů snižuje [2]. Jinak je kyselina mléčná hlavním produktem metabolické aktivity mléčných bakterií, tedy jablečno-mléčné fermentace. Při tomto procesu její obsah ve víně rychle roste a obvykle dosahuje hodnot 0,5 až 5 g.l<sup>-1</sup> [5, 9, 10]. Kyselina mléčná snižuje aciditu vína.

### 3 JABLEČNO-MLÉČNÁ FERMENTACE

Biologické odbourávání kyselin je proces odbourávání kyseliny jablečné na kyselinu mléčnou účinkem bakterií mléčného kvašení [3]. Působí na víno snížením koncentrace vodíkových iontů a zvýšením pH o 0,1 až 0,3, změnou chuti vína snížením kyselosti, ale i vznikem přídatných složek a biologickou stabilizací vína, pokud k degradaci kyselin nedojde až po naplnění do lahví [10]. U dvakrát stočeného vína nedochází k druhotnému kvašení v lahvích. Přispívá k buketu vína, dochází k harmonizaci poměru kyselin, alkoholu a zbytkového cukru [11].

Zmíněný proces je zvláště důležitý v zemích s chladnějším klimatem, mezi něž patří i Česká republika. V chladném počasí se v hroznech akumuluje velké množství kyselin, které vlivem nedostatku světla a tepla nejsou v procesu zrání dostatečně odbourávány.

Při jablečno-mléčné fermentaci se přeměňuje chuťově ostrá dikarboxylová kyselina jablečná na jemnější kyselinu mléčnou s jednou karboxylovou skupinou, která je chuťově přijatelnější. Z jedné molekuly kyseliny jablečné vzniká jedna molekula kyseliny mléčné a jedna molekula oxidu uhličitého [3]. Zvyšující se obsah kyseliny L-mléčné je obvyklým indikátorem jablečno-mléčné fermentace.

Řízená jablečno-mléčná fermentace umožňuje eliminovat produkci nežádoucích složek, je snadné do ní zasahovat a ovlivňovat ji v případě potřeby. Vyselektované kmeny bakterií jsou odolnější vůči ethanolu a nízkému pH a mají dlouhou trvanlivost. Zaočkují se do vína, které ještě leží na kvasničných kalech, aby byla zajištěna dostatečná výživa dusíkatými látkami pro jinak náročné mléčné bakterie [9,10].

Každá fáze růstu mléčných bakterií je podmiňována asimilací acetaldehydu a jiných karbonylových sloučenin [1]. Obsah oxidu siřičitého by se měl pohybovat v rozmezí 15 až 25 mg.l<sup>-1</sup> a pH nejvýše 3,2 až 3,3 [11].

Spontánní jablečno-mléčná fermentace, její průběh a produkty velmi závisí na druhu a složení vína a kmenu mléčných bakterií. Ty se rozdělují na homofermentativní a heterofermentativní, přičemž žádoucí jsou především první zmíněné. Homofermentativní proces poskytuje dvě molekuly ATP na jednu spotřebovanou glukosu – stejně jako u kvasinek, a konečným produktem je kyselina mléčná. Naproti tomu heterofermentativní bakterie přeměňují kyselinu jablečnou na kyselinu mléčnou, ale produkují i kyselinu octovou. Poskytují pouze jednu molekulu ATP [1]. U obou typů bakterií byla zaznamenána i tvorba diacetylů, který snižuje kvalitu vína. Hlavní homofermentativní bakterie patří do rodu *Pediococcus* sp. Hlavní heterofermentativní bakterie jsou např. *Lactobacillus* sp. nebo *Oenococcus oeni*, který je nejčastěji využíván k účelům řízené jablečno-mléčné fermentace, neboť produkuje jen velmi malé množství kyseliny octové [10].

Jungová a Minárik prováděli pokusy s odbouráváním kyseliny L-jablečné v mladém víně bakteriemi *Oenococcus oeni* těsně po ukončení alkoholového kvašení, i když víno ještě leželo na kvasnicích. Poukázali tak na rozdíly mezi spontánní a řízenou jablečno-mléčnou fermentací a na výhody řízeného odbourávání [10].

Biologické odbourávání kyselin je však třeba regulovat, neboť při silném odbourávání kyseliny jablečné se někdy příliš sníží kyselost vína a kromě toho větší množství kyseliny mléčné dodává vínu škrabavou příchutí [7].

Vzhledem k tomu, že bakterie mléčného kvašení jsou schopny přeměňovat kyselinu sorbovou, považují se za jednu z příčin vzniku pelargoniové příchuti vín a z tohoto důvodu se nepřidávají do vín konzervovaných touto kyselinou [1, 6].

### 4 OSTATNÍ NIŽŠÍ ORGANICKÉ Kyseliny

Dalšími důležitými nižšími organickými kyselinami ve víně jsou kyselina jantarová, citronová, octová, ketoglutarová a glukonová. Kyselina jantarová vzniká průběžně jako produkt kvasinkového metabolismu hlavně v první fázi kvašení – tzv. nakvášení. Není výhodným substrátem pro mikroorganismy, a proto jimi není metabolizována. V anaerobních podmínkách je ve víně poměrně stabilní. Má hořko-slanou chuť a její obsah se v našich vínech pohybuje od 0,3 do 0,5 g.l<sup>-1</sup>, někdy i 1,5 g.l<sup>-1</sup> [2, 5].

Velmi obvyklou kyselinou je kyselina octová, která ve vyšších koncentracích způsobuje nepříjemnou chuť a vůni vína. Řadí se do tékavých kyselin. Tvorba kyseliny octové a její obsah závisí na kmenu kvasinek a množství octových bakterií. Tvoří se však i činností bakterií mléčného kvašení [2]. Je rovněž pravidelným vedlejším produktem kvašení a vzniká za anaerobních podmínek v množství 0,3 až 0,6 g.l<sup>-1</sup>, přičemž horní uvedená hranice už se považuje za příznak mikrobiologické nákazy, a to jak hroznů, tak moštu nebo vína. V koncentracích do 300 mg.l<sup>-1</sup> však může příznivě ovlivňovat senzorycké vlastnosti vína. Z kyselin octové jsou tvořeny estery kyseliny octové, které vínu poskytují ovocný charakter [1, 2, 3].

Ostatní organické kyseliny, jako citronová, isocitronová nebo ketoglutarová, jsou meziprodukty hroznových nebo kvasničných metabolitů v trikarboxylovém cyklu. Mohou být vytvářeny při metabolickém štěpení sacharidů, aminokyselin a mastných kyselin [2]. Většina těchto kyselin je přítomna ve víně jen ve velmi malém množství a není příliš známa jako významný senzorycký činitel. Možnou výjimkou je kyselina 2-ketoglutarová, jejíž soli jsou schopny vázat oxid siřičitý [1].

Kyselina citronová se používá k okyselování málo kyselých vín. Není však odolná vůči bakteriálnímu napadení, které ji po čase může přeměnit na jiné produkty, např. na kyselinu octovou, kyselinu mléčnou, aceton a butandiol. Proto vína s přídavkem kyseliny citronové mají po čase ostřejší chuť [3].

Kyselina glukonová je natolik charakteristická pro onemocnění vín z hroznů napadených neúspěšnou formou *Botrytis cinerea*, že se využívá jako indikátor stupně onemocnění. Mimo toho se jí nepřipisuje žádný jiný enologický význam [1, 2]. Bývá metabolizována většinou bakterií mléčného kvašení kromě rodu *Pediococcus*. Je bez chuti a bez zápachu.

Kyselina galakturonová pravděpodobně napomáhá hnědnutí bílých vín [1].

### 5 ZMĚNY OBSAHU VYBRANÝCH ORGANICKÝCH Kyselin

Z výše uvedených literárních poznatků vyplývá, že obsah jednotlivých kyselin během celého procesu vinifikace kolísá. Vli-



vem intenzivního dýchání po dobu růstu se obsah kyseliny vinné a kyseliny jablečné zvyšuje, při zrání, kdy je dýchání zeslabené a dochází k oxidaci, se naopak snižuje. Největším změnám podléhá kyselina jablečná, jejíž obsah při růstu bobulí prudce stoupá a poté opět prudce klesá při zrání hroznu.

Garofolo a kol. sledovali produkci kyseliny jablečné u kvasinek *Saccharomyces uvarum* S6u. Kvašení probíhalo v kapalném médiu s nízkou i vysokou počáteční koncentrací kyseliny jablečné. Vysoký obsah kyseliny jablečné v médiu inhiboval cyklus kyseliny citronové. Kmen *Saccharomyces uvarum* S6u produkoval kyselinu jablečnou jen v případě její nízké koncentrace [12].

Kyselina vinná je stabilnější než kyselina jablečná, ale její obsah se rovněž mění reakcí s draselnými ionty za vzniku vinného kamene ve formě hydrogenvinnanu draselného. Nebezpečí srážení vinného kamene tkví v tom, že kyselý hydrogenvinnan draselný i vinnan vápenatý vytvářejí snadno přesycené roztoky, z nichž se vlivem vnějšího prostředí mohou vysrážet [7]. Obecně tak dochází k odbourávání volných kyselin, vázané kyseliny zůstávají prakticky nezměněny [2].

Kyselina mléčná se v hroznech nenachází, a jak již bylo zmíněno, vzniká biologickou činností mikroorganismů, tedy v moštu nejprve jako jeden z produktů kvasinek a později z kyseliny jablečné účinkem bakterií mléčného kvašení. Její obsah ve zdravém víně pomalu klesá, ale při nedokonalé stabilizaci se může znovu zvyšovat jako metabolit kontaminujících mikroorganismů.

Křivka změn kyseliny jantarové spolu s kyselinou citronovou má relativně konstantní průběh.

Kyselina octová bývá poměrně hojně zastoupena v hroznech, resp. na jejich povrchu, a v moštu [2, 3]. Během kvašení její obsah výrazně klesá, ovšem v závislosti na kmeni bakterií přítomných při jablečno-mléčné fermentaci může opět

Tab. 2 Vliv pH a teploty na růst octových bakterií a obsah kyseliny octové v případě aerace vína (Joyeux et al. 1984) [12]

Čas [den]	Teplota [°C]	pH vína	Počet buněk (x10 <sup>2</sup> )	Kys. octová [mg.l <sup>-1</sup> ]
0			5	370
15	10	3,4	15	380
30	10	3,8	1,5	420
45	18	3,4	140	500
60	18	3,8	200	520

vzrůst. Výzkumy v posledních desetiletích potvrdily existenci octových bakterií prakticky ve všech technologických fázích výroby vína, od dozrávání hroznů po hotové víno. Přítomnost octových bakterií je limitována přítomností kyslíku, koncentrací alkoholu, hodnotou pH a teplotou [12]. Vliv těchto faktorů znázorňuje tab.2.

V hotových vínech má kyselina octová tendenci narůstat, ale v případě překročení hranice obsahu 0,6 g.l<sup>-1</sup> už se jedná o víno s vadou [3].

Orientační průběh změn obsahu vybraných organických kyselin během jednotlivých částí vinifikace je graficky znázorněn na obr. 1 a 2.

## 6 ZÁVĚR

Nižší organické kyseliny, především kyselina vinná, jablečná a mléčná, jsou ve víně neméně důležité než alkohol. Výrazně ovlivňují senzorické vlastnosti vína. Nejen že vytváří osvěžující chuť, ale často modifikují perzistenci a jiné vlastnosti, které rozpoznáváme ústy. Spolu s jinými chemickými sloučeninami tvoří celkový buket vína. Další roli hrají při udržování pH, které zaručuje barevnou stabilitu červených vín. Vína s vysokým pH jsou mnohem náchylnější k oxidaci a ztrácejí své aroma a barvu. Dostatečná acidita vína má velký antimikrobiální efekt.

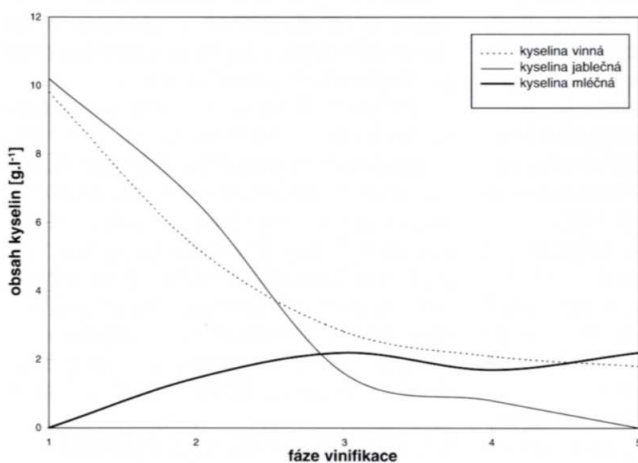
Během procesu vinifikace se obsah organických kyselin mění v důsledku činnosti bakterií, kvasinek i plísní, a to jak při zrání hroznů, tak v jednotlivých technolo-

gických etapách. V průběhu alkoholového kvašení klesá obsah kyseliny jablečné a octové, přičemž obsah kyseliny jantarové a mléčné začíná velmi pomalu narůstat. K významným změnám obsahů organických kyselin dochází při jablečno-mléčné fermentaci, kde dochází k výraznému zvýšení obsahu kyseliny mléčné na úkor kyseliny jablečné. Podle druhu bakterií přítomných v tomto procesu také vzniká kyselina octová a metabolizuje se kyselinou citronovou.

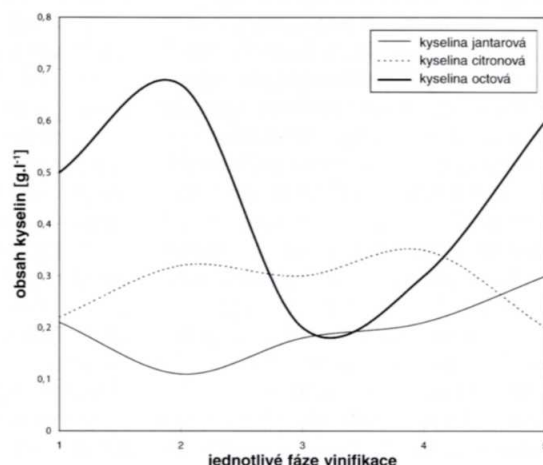
Nižší organické kyseliny jsou nepostradatelnou složkou vína a jejich další sledování i výzkum jsou nezbytné z hlediska charakterizace odrůd, typů vín i vývoje nových výrobků.

## LITERATURA

- [1] JACKSON, R. et al.: Wine Science. Principle and Applications, San Diego, Academic Press, Inc., 1990, s. 56, 186, 259, 278
- [2] WÜRDIG, G., WOLLER, R.: Chemie des Weines, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1989, s. 222
- [3] FARKAŠ, J.: Biotechnologie vína, Alfa, Bratislava 1983, s. 180, 207, 530, 714
- [4] CHRISTIN, P. A., JUNOD, O.: Le vin: de la vigne au verre, <http://www.petzi.org/vin/index.html>, 2000
- [5] ČEPIČKA, J., KUČEROVÁ, R.: Vinohrad 34, 1996, č. 1, s. 11
- [6] CANTARELLI, C., LANZARINI, G.: Biotechnology Applications in Beverage Production, Elsevier Science Publisher Ltd, Essex, 1989, s. 160, 162
- [7] KRAUS, V., KUTTELVAŠER, Z., VURM, B.: Encyklopedie českého a moravského vína, Melantrich, Praha, 1997, s. 59
- [8] ZOECLEIN, B.W.: Production Wine Analysis, Chapman & Hall, New York, 1989, s. 77
- [9] JUNGOVÁ, O., MINÁRIK, E.: Vinohrad 34, 1996, č. 2, s. 37
- [10] MINÁRIK, E.: Vinič a víno 1, 2001, č. 2, s.55
- [11] PETERSON, L.: Vinařský obzor 94, 2001, č. 6, s. 260
- [12] HRONSKÝ, V.: Čisté kultury vinných kvasinek v procese alkoholové fermentace, doktorandské minimum, ČHTF STU Bratislava, 1999, s. 16



Obr. 1 Zjednodušený průběh změn obsahu kyseliny vinné, jablečné a mléčné v jednotlivých fázích vinifikace  
Obsah kyselin: 1 – v hroznech, 2 – v moštu, 3 – po jablečno-mléčné fermentaci, 4 – ve víně, 5 – ve víně s mikrobiální nákazou



Obr. 2 Zjednodušený průběh změn obsahu kyseliny jantarové, citronové a octové v jednotlivých fázích vinifikace  
Obsah kyselin: 1 – v hroznech, 2 – v moštu, 3 – po jablečno-mléčné fermentaci, 4 – ve víně, 5 – ve víně s mikrobiální nákazou



- [13] GUMP, B.H., PRUETT D. J.: Beer and Wine Production, 203rd National meeting of the American Chemical Society, San Francisco, 1992, s. 53

*Lektorovala  
Doc. RNDr. Ing. Marie Kyseláková, CSc.  
Do redakce došlo 30. 7. 2001*

**Štefecnová, K. – Čepička, J.: Průběh změn hlavních organických kyselin v průběhu vinifikace.** Kvasny Prum. 47, 2001, č. 9, s. 246–249.

V klimatických podmínkách českých a moravských vinařských oblastí bývá obsah nižších organických kyselin ve víně vyšší než v jižněji položených oblastech. Obsah kyseliny vinné je nejvyšší v hroznech, v průběhu vinifikace plynule klesá. Kyselina jablečná se během fermentace oxiduje a poté je odbourávána jablečno-mléčnou fermentací, takže výsledný obsah je jen velmi nízký. Kyselina mléčná se v hroznech nenachází, syntetizuje se až během kvašení převážně činností bakterií. Kyselina jantarová vzniká průběžně a její obsah je v anaerobních podmínkách stabilní. Množství kyseliny octové nad 600 mg.l<sup>-1</sup> není žádoucí, v nižších koncentracích je důležitá pro tvorbu esterů. Ostatní nižší organické kyseliny (kyselina citronová, isocitronová, ketoglutarová) jsou meziproducty v trikarboxylovém cyklu a jejich obsah v hotových vínech je nízký.

**Štefecnová, K. – Čepička, J.: Changes of Main Organic Acids During Vinification.** Kvasny Prum. 47, 2001, No. 9, p. 246–249.

In climate conditions of Czech and Moravian wine region there is usually higher content of lower organic acids than in the regions situated southing. Content of tartaric acid is the highest in the grapes, during vinification continuously decrease. Malic acid is oxidated during fermentation, then is degraded by malo-lactic fermentation. Resultant content is very low. Lactic acid doesn't subsist in the grapes, is synthetized during fermentation particularly with bacteria. Succinic acid originate continuously and its content is stable in anaerobial conditions. Quantity of acetic acid above 600 mg.l<sup>-1</sup> is not desirable, in lower concentration is important for creation of esters. The others lower organic acids (citric acid, isocitric acid, ketoglutaric acid) are intermediate products of tricarboxylic cycle and their content in complete wine is low.

**Štefecnová, K. – Čepička, J.: Verlauf der Veränderungen der wesentlichen organischen Säuren während der Vinifikation.** Kvasny Prum. 47, 2001, Nr. 9, s. 246–249.

In den klimatischen Bedingungen der tschechischen und mährischen Weinbauggebiete liegt der Gehalt der niedrigeren organischen Säuren im Wein stets höher als in den südlicheren Gebieten. Der Weinsäuregehalt liegt am höchsten in den Trauben; im Verlauf der Vinifikation fällt er nach und nach ab. Die Apfelsäure oxidiert während der Fermentation und wird nachher in der Apfel-Milch-Fermentation abgebaut, sodass der finale Gehalt sehr niedrig ist. Die Milchsäure kommt in den Trauben nicht vor; sie wird erst während der Gärung hauptsächlich durch die Aktivität der Bakterien synthetisiert. Die Bernsteinsäure entsteht durchgehend und ihr Gehalt ist unter anaeroben Bedingungen stabil. Die Konzentration der Essigsäure über 600 mg.l<sup>-1</sup> ist unerwünscht, in niedrigeren Konzentrationen ist Essigsäure für die Esterbildung wichtig. Die übrigen niedrigen organischen Säuren (Zitronensäure, Isozitronensäure, Ketoglutarsäure) stellen Zwischenprodukte in dem Trikarboxylzyklus dar und ihr Gehalt in den Fertigweinen ist niedrig.

**Шрефецова, К. – Чепичка, Й.: Процесс изменения главных органических кислот в течение винификации.** Kvasny Prum. 47, 2001, No 9, стр. 246–249.

В климатических условиях чешских и моравских винодельческих районов бывает содержание низших органических кислот в вине высшее, чем в районах расположенных южнее. Наивысшее содержание винной кислоты в виноградной кисти, однако в течение винификации оно непрерывно падает. Яблочная кислота в течение ферментации окисляется, после чего она расщепляется в результате яблочно-молочной ферментации, в следствии чего ее результирующее содержание очень низкое. Кислота молочная в кисти не находится, синтезируется только в течение ферментации большей частью в результате деятельности бактерий. Янтарная кислота возникает непрерывно и ее содержание в анаэробных условиях стабильное. Содержание уксусной кислоты выше 600 мг.л<sup>-1</sup> не желательно, однако более низкие концентрации важны для возникновения эфиров. Остальные низшие органические кислоты (лимонная, изолимонная, кетоглутаровая) являются межпродуктами трикарбоксильного цикла и их содержание в готовом вине низкое.