

PRÍČINY VLEKLÉHO ALEBO PREDČASNE ZASTAVENÉHO KVASENIA MUŠTU

Doc. Ing. Erich MINÁRIK, DrSc., VÚVV Bratislava

Kľúčové slová: *víno, kvasinky, mušt*

Je známe, že jednou z dôležitých priorít pri výrobe hroznového vína je dosiahnutie kompletnej alkoholovej fermentácie. Zvyčajne považujeme víno za dokvasené „do sucha“, ak obsahuje menej ako 2–3 g/l redukujúcich sacharidov (vrátane neskvasiteľných pentóz). Výrobca vína totiž môže priročiť k začiatku ukončujúcich postupov, a čo je dôležité, umožňuje mu, aby víno skladoval za podmienok s obmedzeným kontaktom vzdušného kyslíka. Tým zabráni nežiadúcim oxidačným reakciám. Navyše úplná alkoholová fermentácia umožní vyhnúť sa problémom s octovými a mliečnymi baktériami, ktoré by mohli metabolizovať prípadné zvyškové sacharidy, čím by sa zvýšila hladina prchavých kyselín a tvorba nežiadúcich esterov, diacetylu a iných produktov.

Ktoré faktory najčastejšie prispievajú predčasnemu zastaveniu alebo vlekľému, neúplnému kvaseniu? Býva to vysoká koncentrácia zvyškových sacharidov, nedosta-

tok vitamínu B₁ a zdrojov asimilovateľného dusíka, anaeróbne podmienky a nedostatok kyslíka, vysoký obsah alkoholu, dokonale vyčistený mušt, prítomnosť pre kvasinky toxických masných kyselín so stredne dlhým reťazcom, vyššia koncentrácia prchavých kyselín, prípadne prítomnosť protibiotických fungicídov. Samozrejme aj nepriaznivá fermentačná teplota, vyšší obsah oxidu siričitého, atď. môžu negatívne ovplyvňovať priebeh alkoholovej fermentácie [1].

V podstate môžeme negatívne faktory alkoholovej fermentácie pripísať nedostatku živín a prítomnosti pôsobiacich látok. V tomto príspevku by sme chceli upozorniť na uvedené negatívne faktory a uviesť, ako predchádzať vlekľému alebo zastavenému kvaseniu muštu.

Nedostatky vo výžive kvasiniek

Nedostatok asimilovateľného zdroja dusíka, ktorého obsah v hroznových muštoch

sa pohybuje od 60 do 2 400 mg/l, môže byť príčinou zastavenia alebo vlekľého priebehu kvasenia. Obsah dusíka v muštoch závisí od odrody viniča, od vinohradníckej oblasti, od zrelosti hrozna a od procesu výroby vína.

Podľa [2] významný je predovšetkým kvasinkami asimilovateľný dusík. Za minimum požiadaviek vínnych kvasiniek sa považuje 120 až 140 mg/l dusíka, aby priebeh fermentácie bol normálny. Dôležitá je súčasná prítomnosť kyslíka a počiatočnej koncentrácie glukózy, ktoré uľahčujú prijímanie a asimiláciu dusíka kvasinkami. Nízka hladina dusíka je limitujúcim faktorom rýchlosti rastu a tvorby biomasy kvasiniek; nedostatok dusíkatých zdrojov by mohol viesť k zníženiu katabolizmu sacharidov. Pri vyčerpaní zdroja asimilovateľného dusíka dochádza k zníženiu aktivity transportu sacharidov do buniek, čo vedie k inhibícii produkcie oxidu uhličitého dôsledkom zníženia aktivity transportu sacharidov do

bunky kvasiniek. Aby sme zabránili inaktívácii transportu glukózy do buniek kvasiniek, je treba udržiavať veľkú rýchlosť syntézy bielkovín, čo možno podporiť práve dostatkom asimilovateľného dusíka.

Uvedme ešte, že mušty v našich ekologických podmienkach pestovania viniča sú väčšinou dobre zásobené asimilovateľným dusíkom na rozdiel od ovocných štiav, ktoré treba obohacovať síranom alebo fosforečnanom amónnym, ktorý je pre kvasinky dobre prístupný.

Nedostatok kyslíka

Metabolizmus kvasiniek počas fermentácie závisí od prítomnosti rozpusteného kyslíka v mušte pred fermentáciou. Počas kvasenia sa tento kyslík rýchle spotrebuje prirodzene prítomnými oxidázami a kvasinkami. Zníženie prestupu kyslíka kvasinkám sa prejavuje v inhibícii biosyntézy mastných kyselín a sterolov [3]. Konzekventne nasleduje zníženie produkcie biomasy kvasiniek a zníženie rýchlosti glykolýzy. Z vinárskej praxe je známe, že výrobcovia často mušty pred kvasením vetrajú, čím podporujú nielen produkciu biomasy kvasiniek, ale aj viabilitu buniek. To je veľmi dôležité najmä pred koncom fermentácie, aby sa podporil tzv. faktor prežívania buniek, kedy prístup kyslíka podporí vytvorenie sterolov a nenasýtených mastných kyselín a zabezpečí sa zvýšenie tolerancie kvasiniek voči vytvoreniu alkoholu. To je jedným z kľúčov k predchádzaniu predčasného zastavenia kvasenia a s tým spojenými ťažkosťami s dokvasením posledných zvyškov sacharidov. Neprítomnosť kyslíka na začiatku a ku koncu kvasenia značne ovplyvňuje tvorbu toxických mastných kyselín (kyseliny oktanovej a dekanovej).

Tu treba spomenúť aj význam slabého sirení muštu ihneď po pomletí hrozna: SO_2 inhibuje oxidázy, najmä polyfenoloxidázy, ktoré, ak ich neodstránime, budú pôsobiť ako „lapače“ rozpusteného kyslíka. Inaktívacia oxidačných enzýmov pred začiatkom kvasenia sirením tak napomáha efektu aerácie a dostatočnej prítomnosti rozpusteného kyslíka v mušte.

Nedostatok tiamínu

I keď hroznové mušty bývajú dostatočne zásobené tiamínom (vitamínom B_1) a kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* sú schopné tento vitamín syntetizovať, v niektorých prípadoch môže pri spontánnom kvasení dôjsť k jeho nedostatku pričinením divých kvasiniek, ktoré tiamín veľmi rýchle spotrebujú, čo môže taktiež viesť k spomaleniu až zastaveniu fermentácie [4,5]. Pre prax to znamená mušty čo najrýchlejšie zakvasiť selektovanou kultúrou *S. cerevisiae*, ktoré vždy pozitívne ovplyvňujú začiatok i celý priebeh alkoholovej fermentácie. Uvedme ešte, že oxid siričitý rozrušuje časť tiamínu, čo pri vyšších dávkach môže viesť k ťažkostiam. Niektorí autori preto odporúčajú pred kvasením do muštu pridať okolo 0,5 mg/l tiamínu. Najmä pri používaní dlhodobé skla-

dovaného koncentrovaného muštu, ktorý sa konzervuje oxidom siričitým, môžu vznikáť fermentačné problémy.

Nedostatok minerálnych látok

Údaje v literatúre sa koncentrujú predovšetkým na horčík v mušte. Množstvá tohoto mimoriadne dôležitého elementu sa pohybujú od 10 do 140 mg/l [6,7]. Horčík je významný pre glykolytickú dráhu: kvasinky pre aktivitu hexokinázy a fosfofruktokinázy, ale aj na dekarboxylázu pyruvátu nevyhnutne potrebujú horčík. Horčík má preto nezastupiteľnú úlohu pre tvorbu etanolu kvasinkami. Existuje priamy vzťah medzi dostupnosťou horčíka a kinetikou fermentácie. Ziaľ, tento problém nie je ešte plne vyriešený.

Inhibične pôsobiace látky

Alkoholovú fermentáciu inhibuje kvasením vzniklý etanol, toxicky pôsobiace mastné kyseliny a ich estery so stredne dlhým reťazcom, kyselina octová a siričitany.

Kyselina oktanová (C_8) a dekanová (C_{10}) znižujú rastovú rýchlosť *S. cerevisiae*. Kyselina dekanová spôsobuje rýchle umŕtvenie buniek už v koncentrácii 46 $\mu\text{M/l}$ [8]. Ukázalo sa, že nedisociované molekuly oboch mastných kyselín sú najtoxickejšie. Obe kyseliny brzdia transport glukózy do buniek kvasiniek. Je predpoklad, že práve tieto mastné kyseliny by mohli byť zodpovedné za predčasné zastavenie alebo nedokonale kvasenie muštu. Uvedme, že preparáty bunkových stien kvasiniek tieto toxické mastné kyseliny adsorbujú [9].

Kyselina octová

Počas fermentácie sa tvoriaca kyselina octová, ktorá je metabolitom kvasiniek, zvyšuje toxicitu etanolu. Brzdí rast, fermentáciu a viabilitu vinných kvasiniek. Toxický účinok kyseliny octovej sa podobá účinku mastných kyselín so stredne dlhým reťazcom. Je pravdepodobné, že kyselina octová pôsobí priamo na transport sacharidov do buniek a brzdí aj enzýmové aktivity kvasiniek. Je zrejmé, že používanie selektovaných čistých kultúr vinných kvasiniek s minimálnou tvorbou kyseliny octovej je nevyhnutné.

Siričitany

Oxid siričitý, najmä nedisociovaná (molekulová) kyselina siričitá, je voči kvasinkám mimoriadne toxická. Treba opäť pripomenúť, že obchodné preparáty ASVK sú voči SO_2 podstatne menej citlivé ako divé kvasinky spontánnej mikrofóry. Antimikrobiálny účinok siričitanov vo víne závisí od pH muštu a vína. Pri nízkom pH (2,9 – 3,1), teda pri vyššej kyslosti, je vo víne viac SO_3^{2-} iónov, ktoré sú podstatne viac toxické ako HSO_3^- ióny. Pridavok SO_2 do muštu treba preto kontrolovať aj z hľadiska pH: nízke pH muštu indikuje nižšie dávky SO_2 ako vyššie pH (3,2 – 3,5). Uvedme, že biochemizmus oxidu siričitého vo víne podrobne zhrnuli Rose a Pilkington [10].

Vplyv intenzívneho čírenia muštu

Pri výrobe bieleho vína sa bežne používa čírenie muštu zahrňujúce statickú sedimentáciu (odkalovanie), odstredenie, prípadne filtráciu. Príliš intenzívne čírenie môže viesť k zníženiu fermentačnej rýchlosti a tvorby biomasy kvasiniek. Vedie aj k zníženiu tvorby mastných kyselín (C_{12} – C_{18}), k zníženiu koncentrácie sterolov a rôznych makromolekúl [1]. Dochádza často k zdĺhavému začiatku kvasenia a celého priebehu fermentácie. Intenzívne čírenie muštu má za následok aj zvýšenú produkciu kyseliny octovej kvasinkami, ktorá je medziproduktom mastných kyselín C_{12} – C_{18} . Prítomnosť týchto mastných kyselín je však pre kvasinky a ich kvasnú aktivitu životne dôležitá. Treba si teda uvedomiť, že iskerne číre mušty nie sú pre výrobu vína výhodné.

Záver

Spomalené, vleklé kvasenie a predčasne zastavené kvasenie má vo vinárstve nepriaznivý dopad nielen na kvalitu vína, ale aj na ekonomiku výroby. Ovplyvňuje ich celý rad vážnych i menej vážnych faktorov, z ktorých sme spomenuli nedostatok vitamínu B_1 , asimilovateľného dusíka, rozpusteného kyslíka, vytvorený alkohol, inhibíciu niektorými mastnými kyselinami so stredne dlhým reťazcom, kyselinu octovú, inhibíciu aktivity niektorých kľúčových enzýmov apod. Uvedené negatívne faktory majú vplyv na zníženie tvorby biomasy kvasiniek a na celkový metabolizmus buniek. Je preto dôležité vytvárať pre fermentačný proces najoptimálnejšie podmienky, o.i. používať čisté kultúry vinných kvasiniek, ktoré sú voči nepriaznivým podmienkam fermentácie menej citlivé a technologicky lepšie vybavené.

LITERATÚRA

- [1] ALEXANDRE, H., CHARPENTIER, C.: Ind. Microbiol. Biotechn. **20**, 1998, s. 20
- [2] JIRANEK, V., LANGRIDGE, P., HENSCHKE, P.A.: Amer. J. Enol. Vitic. **46**, 1995, s. 75
- [3] ARIES, V., KIRSOP, B.H.: J. Inst. Brew. **84**, 1978, s. 118
- [4] BATALLION, M., SABLAYROLLES, J.-M.: Symp. Int. Oenol., Bordeaux 1995
- [5] MINÁRIK, E.: Vinohrad **36**, 1998, s. 86
- [6] AMERINE, M. A., et al.: The Technology of Winemaking, 4th ed., AVI, Westport 1980
- [7] ESCHNAUER, H.: Naturwiss. **73**, 1986, s. 281
- [8] HUNKOVÁ, Z., FENCL, A.: Biotech. Bioeng. **19**, 1977, s. 1623
- [9] MINÁRIK, E., JUNGOVÁ, O.: Vinohrad **37**, 1999, s. 16
- [10] ROSE, A.H., PILKINGTON, B. J.: Mechanism of Action of Food Preservation. Procedures, s. 201–223, Elsevier Appl. Science, London 1989

Lektoroval: Prof. Ing. Fedor Malík, CSc.
Do redakcie došlo: 22. 2. 1999