

Kvalitatívny profil melasy, ako problém pre droždiarenskú fermentáciu

663.1.4.031.234
664.151.2

Ing. EMIL PÍŠ, Slovlik, n. p., závod 01, Trenčín

Droždiarenská fermentácia všeobecne využíva schopnosť kvasinkovitých mikroorganizmov intenzívnejšie sa vegetatívne rozmnožovať v aerobnom, dobre priživenom prostredí. Z pozície kvasničnej bunky je tvorba biomasy sledom dejov na molekulárnej úrovni, spriahnutým s početnými štrukturálnymi zmenami, biochemicky koordinovanými v čase i priestore, s počiatkom v iniciácii pučania, závislého od akumulácie spúšťačov. Autonómnosť tohto biochemizmu biomasy dovoľuje odvodenie podmienok endogénneho vybavenia bunky a podmienok životného prostredia, s meniacou sa koncentráciou živín, metabolitov, inhibítorov, stimulátorov a pod. a s tým aj určité zjednodušenie výrobných podmienok. Určité výrobné zjednodušenie metabolizmu buniek a ich životnej dynamiky určuje vybavenie fermentéra a životného prostredia ako výrobnej jednotky. Primárne a sekundárne vybavenie fermentéra vymedzuje technológiu, v ktorej je spôsob aerácie centrom. Na spôsob aerácie naväzuje nárast biomasy, pri ktorej sa základná živina, melasová zápara, chová ako newtonický roztok. V ňom sa sotva mení absorpčná hodnota kyslíka, pokiaľ sa pracuje s riedkymi záparami. Podmienky sa skomplikujú, ak sa pracuje s hustými záparami, alebo so zmesou aj trstinovej melasy a to pre ich slabo pseudoplastický charakter. Jednotu živného prostredia melasovej zápary a kvasničných buniek sprostredkuje selektívna permeabilita veľkej plochy bunečnej membrány, ktorá je zároveň zodpovedná aj za rezistenciu voči škodlivým vlivom. Závislosť permeability na optimalizovaných procesoch živenia si vyžaduje od živného média širšiu paletu živín energonosných, biogénnych, oligobiogénnych, mikrobiogénnych prvkov, doplnených viacerými rastovými látkami. Tieto podmienky komplexnejšej živiny biosyntetických reakcií splňuje aj repná melasa, alebo jej zmes s trstinovou melasou, po doplnení chýbajúcich dusíkatých a fosforečných látok. Melasa je tak hlavným dodávateľom definovaných a asimilovateľných látok, rôznych cukrov, organických kyselín, aminokyselín a mnohých ďalších, vhodných pre špecifické enzymatické systémy buniek. Podiel cukru v melase nie je len nositeľom uhlíkatej živiny, ale plní aj dôležitú úlohu pri premene energie v rámci metabolizmu, zvlášť za prítomnosti kyslíka. Asi zo 40 % uhlíkatých látok v skvasiteľných hexózach pri vyjadrení výťažkov sa spotrebuje z 2/3 na biosyntézu a z 1/3 na energetický prínos pri dýchaní. Cukry v melase zastupuje s hlavným podielom sacharóza. Sacharózu sprevádza invert (0,1 — 0,25 %) a rafinóza (do 0,5 %).

Z organického necukorného podielu je dôležitý podiel organických dusíkatých látok a z nich asimilovateľná forma. Tie však tvoria pre látkovú bilanciu len časť skutočnej potreby dusíkatých látok. Chýbajúca časť sa dopĺňa anorganickým dusíkom. Množstvo asimilovateľného fosfátu je v melase veľmi malé, sotva 0,02 % P_2O_5 , a preto sa musí v bilancii živín doplniť anorganickým fosfátom.

Z oligobiogénnych a mikrobiogénnych prvkov K a Ca sú v dostatočnej miere. Funkčne dôležitý Mg si vyžaduje doplnenie. Priemerné množstvo 0,4 MgO v sušine zostáva počas fermentácie konštantné. Pritom Mg a K si navzájom konkurujú, lebo pri vyššom obsahu K inhibuje sa až na 75 % transport Mg do buniek. Táto kompetitívna inhibícia je zvýraznená pri fermentácii hustých melasových zápar a vedie k spomaleniu pomnožovania buniek. Z mikroelementov melasy sú dôležitejšie pre biosyntézu Fe, Cu, Zn.

Zvláštnu skupinu, dôležitú pri tvorbe biomasy a pre jej kvalitu, predstavujú v melase rastové látky a vitamíny, ako biotín, pyridoxín, kys. pantoténová, inozitol, tiamín. Nedostatok týchto látok vedie vo výrobe k zníženým výťažkom, a ku zhoršenej kvalite droždia. Napríklad nedostatok kyseliny pantoténovej vyvoláva sklon ku autolýze, nedostatok inozitolu znižuje pekárenskú aktivitu.

Melasa však obsahuje aj negatívne vplyvajúce súčasti na tvorbu kvasničnej substancie, ktoré v poslednom čase podtrhujú význam kvalitatívneho profilu melasy ako živiny. Zo známych inhibítorov je to kys. siričitá, prchavé kyseliny, farbivá, koloidné látky, dusitany a nadmerná kontaminácia mikroorganizmami a ich metabolitmi. Rad dopĺňujú v poslednom čase narastajúce množstvá reziduí chemických prostriedkov z prvovýroby a z cukrovarov.

Kvalita melasy pre droždiarenský fermentačný proces je obtiažne definovateľný pojem i napriek upresneným limitom jednotlivých komponent melasy a ich známym koreláciám. Pre posúdenie kvality melasy z hľadiska požiadaviek droždiarenskeho procesu vychádza preto ako najvhodnejší fermentačný pokus, ktorý pri sériovej práci naznačí vhodnosť a stupeň kvality hodnotenej melasy. Vyznačuje sa ním kvalitatívny profil melasy, ktorý nadobúda presnej podoby kvantitatívnymi a kvalitatívnymi výsledkami v droždiarenskej fermentácii na pozadí aj analytického sledovania.

Podľa jednotlivých ročníkov analytické sledovania kvality melasy a dosiahnuté praktické výsledky vo výrobe dokumentujú tendenciu postupného zhoršovania kvalitatívneho profilu melasy. Zhoršovanie má trvalú zostupnú tendenciu ako logický dôsledok narastania intenzifikácie v prvovýrobe i v cukrovarníctve a treba s ním v drożdžiarskej výrobe počítať. Nemožno preto vidieť reálnym východisko v zosilnenom tlaku na prvovýrobu a na výrobu v cukrovaroch, lebo aj týmto odvetviam výroby treba priznať oprávnenosť ich vlastných intenzifikačných snáh a tendencie zintenzívnenia výroby bez ohľadu na kvalitatívny profil melasy, kvalifikovaný v ich výrobe ako sekundárny výrobok.

Zhoršenie kvalitatívneho profilu melasy má viaceré faktory. V prvovýrobe, na poli to začína odrodou, napr. Slovmony H, ktorá má už svoj genotypový podklad nepriaznivej odozvy v produkcii melasy a pokračuje to intenzívnym hnojením a chemizáciou pôdy aj úrody. Do repy s nízkymi melasotvornými vlastnosťami sa dostávajú analyticky závažné reziduá dusitanov, chlórovaných fenolátov. Napríklad Výskumný ústav hygieny v Bratislave našiel v melase z kampane 71/72 v 1 g melasy z chlórovaných insekticídov alfa-HCH 0,50 mg, gamma-HCH 0,63 mg, delta-HCH 0,20 mg, p,p'-DDT 0,26 mg, p,p'-DDE 0,01 mg — ostatné herbicidy neboli postihnuteľné pre prítomnosť veľkého množstva rušivých látok. Podiel týchto inhibitorov podľa tohto analytického výsledku dosahuje pomer takmer 1:1000 a v neprospech metabolizmu biomasy. Pri spracovaní repy v cukrovaroch sa pripojujú ďalšie inhibitory rastu. Je to hlavne difúzna stanica, kde vzrastie obsah prchavých kyselín a z nich kys. maslovej, a to v dôsledku intenzívneho vycukorňovania, mikrobiálnou činnosťou a antimikrobiálnymi prostriedkami. Napríklad kyselina maslová už v koncentrácii 0,005 % v zápore znižuje pučanie buniek a pri 0,1 % zabrzdí i samotné kvasenie.

Súbor látok inhibičného charakteru prináša so sebou trvalý negatívny vliv na biosyntézu a glykolýzu vôbec a ten spolu s deficitom rastových látok, zodpovedných za výsledok fermentácie a za dosiahnuté výťažky zo spracovanej uhlíkatej suroviny, znižuje kvalitatívny profil melasy. Táto negatívna tendencia pre drożdžiarsky proces sa stáva aktuálnou do tej miery, že konštruktér vysokovýkonných zariadení požaduje melasu štandardných vlastností. Napr. Vogelbusch rozšíril pri objednávkach počet požadovaných analytických hodnôt melasy, špecifikovaných nielen na podiel cukru, stráviteľného dusíka, ale aj na podiel odcentrifugovateľných nečistôt, na obsah kys. maslovej, na obsah kysličníka siřičitého, na obsah dusitanov, biotínu, pentachlórfenolátu a pod.

Obohatenie necukorného podielu melasy naznačenými cestami o nevhodné látky, reziduá, ide na úkor optima dusíkatých, asimilovateľných a rastových látok a v neprospech kvasiniek. Kvasinky sú heterotrófmi a vyžadujú si celý rad doplnkových látok, ako biotín, kys. pantoténová, mezoinozitol, tiamín, pyridoxín, kys. nikotínová, nikotinamid a kys. paraaminobenzoovú. Podľa kmeňov drożdžiarských kvasiniek je rozsah požiadaviek na tieto rastové látky rozdielny a poväčšine stačí biotín, kys. pantoténová a mezoinozitol, aby sa dosiahla optimálna podmienka pre pomnoženie. Účinok biotínu vykazujú aj iné zlúčeniny, ktorých celkový efekt vyznačuje biotínová aktivita. Na biotín sa vzťahujúca biotínová aktivita je však vyššia ako u ostatných látok. V tomto zmysle sú drożdžiarské kmene náročné na melasu a maximálny výťažok z melasy si vyžaduje až 250—300 mg d-biotínu na každú spracovanú tonu melasy. Túto potrebu pokrýva z polovice d-biotín a druhú polovinu ostatné rastové látky z melasy. Pri nedostatku d-biotínu v melase treba chýbajúce množstvá doplniť alebo priamym prídavkom d-biotínu alebo cestou kompenzácie trstinovou melasou, ktorá je bohatšia na biotín. Trstinové melasy majú málo kys. pantoténovej, ale biotín v prebytku. Repné melasy majú naopak málo biotínu, ale sú bohatšie na kys. pantoténovú. Premiešaním vo vhodnom pomere je možné u repných melás vyrovnať nedostatok biotínu.

Pre porovnanie rastových látok v melasách, repná melasa obsahuje v g/t melasy: 5000—8000 g inozitolu, 0,02—0,15 g biotínu, 50—110 g kys. pantoténovej. Trstinová melasa obsahuje v g/l t melasy: 2500—6000 g inozitolu, 1—3 g biotínu, 15—55 g kys. pantoténovej.

Pri potrebe na 1 t droždia o sušine 27 % 1000 g inozitolu, 0,25 g biotínu a 44 g kys. pantoténovej treba v % pokryť u repnej melasy 40 až 92 % biotínu a u trstinovej melasy až 66 % kys. pantoténovej. Stačí úplne prídavok asi 10 % množstva trstinovej melasy, ako to vyplýva z uvedených údajov, na vyrovnanie bilancie biotínu. Obrátene možno relatívny nedostatok kys. pantoténovej v trstinovej melase vyrovnať podielom repnej melasy. Vzájomným a pomerným premiešaním sa vyrovná hladina rastových látok na vyhovujúci limit, čím sa dosiahne dokonalejšie využívanie uhlíkatých, fosforečných a dusíkatých živín. Rastové látky sú tak podmienkou biosyntézy a z ekonomického hľadiska podmienkou vysokých výťažkov. S obsahom asimilovateľných uhlíkatých, dusíkatých a rastových látok kontrastuje obsah látok inhibičného charakteru pre biosyntézu, ba aj pre glykolýzu vôbec. Obsah týchto látok potom redukuje kvalitatívny profil melasy, meraný na výsledkoch drożdžiarskej fermentácie. A ako to už bolo uvedené, pre posúdenie kvality spracovávanej melasy je najvhodnejší fermentačný pokus, lebo dodnes spracované analytické metódy nepostihujú celkom významné korelácie hlavne antagonizmus medzi asimilovateľnými a rastovými látkami a na druhej strane medzi inhibítormi metabolizmu biosyntézy.

Zhoršovanie kvalitatívneho profilu melasy nadobudlo trvalú tendenciu, ako to dokumentujú výrobné výsledky v drożdžiarniach.

Tabuľka 1. Porovnanie celoročných priemerných výsledkov v droždžiarni Trenčín za r. 1962 — 1972

Rok	Spotreba melasy na 1 t droždia v kg Podľa THN od r. 1966 s liehom	Využitie cukru v melase a melasy [%]	Priemer z jednej fermentácie v kg II. generácia exped. fer.	Na 1 t II. generácie sa vyrobilo exped. droždia [kg]	Denná výroba exped. dienného droždia [kg]	Na 1 t droždia sa vyrobilo liehu v 1 aa	Množstvo droždia z 1 m ³ kvas. priestoru za 1 h
1962	1 264	49,94 — 88,76	2 160,0 — 2 304,0	—	12 385,5	281,8	1,201
1963	1 264	52,09 — 88,83	2 160 — 2 356,1	14 127	12 508,3	227,0	1,224
1964	1 268,8	51,31 — 88,38	2 100 — 2 548,7	11 193,2	12 806,4	268,6	1,224
1965	1 269,6	50,45 — 89,04	1 930,7 — 2 234,8	11 479	11 658	304,0	1,183
1966	2 382,0	47,94 — 82,38	1 895,1 — 2 057,9	11 500	11 202,9	291	1,136
1967	2 223,9	48,50 — 83,26	2 014,6 — 2 115,8	12 600	11 309,4	257	1,147
1968	2 291,3	44,19 — 76,15	1 912,6 — 2 052,9	11 746,0	11 407,6	223	1,129
1969	2 404	43,79 — 74,49	1 827,9 — 1 918,7	11 336	10 776,1	239	1,095
1970	2 243	41,42 — 71,69	1 924,3 — 2 054,3	12 594,7	11 177,5	183	1,134
1971	2 273,4	41,42 — 71,28	1 885,7 — 2 001,03	12 180,7	10 959,9	190	1,113
1972	2 291,9	40,38 — 69,62	1 807,9 — 1 952,4	12 066	10 689,3	187	1,085

Napríklad v Trenčianskej droždiarni desaťročné priemerné výsledky ukazujú pokles výťažnosti a zníženie produktivnosti pri nezmenenom výrobnom zariadení. Priemer z jednej fermentácie II. generácie zaznamenal pokles z 2160 kg na 1807,9 kg. Priemer z jednej fermentácie expedičného droždia poklesol z maxima 2548,7 kg na 1952,4 kg, teda s rozdielom 596,3 kg, v percentách o 23,4 %. Podobne aj denná výroba poklesla z maxima 12 806,4 kg na 10 698,3 kg, teda s rozdielom 2108,1 kg droždia. Tieto numerické výsledky pri nezmenenom výrobnom zariadení a technológii najlepšie ukazujú na pokles kvalitatívneho profilu melasy. Melasa sa stáva problémom pre droždiarenskú, ba aj pre fermentačnú výrobu vôbec.

Okrem výrobných obtiaží melasa spôsobuje obtiaže aj pri uskladnení. Melasa so zhoršeným kvalitatívnym profilom je náchylná stratiť svoju stabilitu pri uskladnení a jej dlhšie uskladnenie bez homogenizácie zhoršuje jej vlastnosti. Množia sa prípady vzrastu mikrobiálnej kontaminácie s nárastom nežiaducich prchavých kyselín. Ba množia sa aj prípady termických dejov ako jeden z následkov mikrobiálnej kontaminácie, ktorý má za následok až zuhoľnatie melasy v celom zásobníku.

Zhoršenie kvality melasy ako trvalý zjav nemá predpoklad riešenia cez zosilnenie tlaku na prvovýrobu a na cukrovarnícku výrobu, lebo aj tu treba rešpektovať nutnosť intenzifikačných procesov. Jediným východiskom je preto snaha po korekčných zásahoch pri uskladnení a spracovaní melasy. Vyžaduje si to sústavné štúdium kvalitatívneho zloženia melasy s riešením korekčných metód nedostatkového obsahu dôležitých látok, ako je napr. biotín a neutralizácia inhibítorov rastu a množenia kvasničných buniek. Treba tu počítať s prídavkom vhodných stimulátorov, predovšetkým s vyrovnaním hladiny biotínu zvýšením koncentrácie melasy vo fáze výroby násad, alebo prídavkom trstinovej melasy a priamym prídavkom lacnejšieho biotínu, alebo jeho prekursoru. Pokiaľ je k dispozícii trstinová melasa, možno ju využiť ku korekcii hladiny biotínu a ostatných rastových látok. Premiešaním vo vhodnom pomere repnej a trstinovej melasy možno dosiahnuť základnú korekciu biotínu, alebo kys. pantoténovej.

Z korekčnej metodiky sa osvedčila aj intenzívnejšia úprava melasy pred fermentáciou, pri ktorej sa z melasy odstraňuje nielen kal a disperzioidy, ale i koloidné častice farbív. Tie viažu na seba väčší podiel inhibítorov. Nové riešenia kontinuítnej úpravy melasy už majú prepracovaný tento úsek. Tak napríklad zariadenie Alvoterm obsahuje po vysokoteplotnej úprave melasy (do 140 °C) odkalenie najprv cez klarifikátor, potom ešte filtráciu cez adsorbčný materiál filtrom typu Schenck. Tým sa dosiahne úplne číry roztok melasy bez dodatočného odľučovania kalových častíc.

Korekcia a úprava spracovávanej melasy ako základnej suroviny sa stáva dôležitým faktorom pre optimalizáciu výťažku a kvality vyrábaného droždia. Ďalší vývoj v tejto oblasti si vyžaduje hlbšie sledovanie premenlivosti melasy, korelačných vzťahov a spôsobov, ako čeliť vo výrobe narastajúcim negatívnym faktorom v melase.

Literatúra

- [1] GINTEROVÁ A. - HUNČIKOVÁ S.: Kvalita melasy a jej vzťah k výrobe droždia. Kvasný průmysl, 18, 1972, č. 1 a 2, s. 10 a 38.
- [2] HUNČIKOVÁ S. a kol.: Stanovenie maximálnych a minimálnych kvalitatívnych znakov melasy pre droždiarenskú výrobu. Záv. správa VÚLK 1971.
- [3] OLBRIKH, H.: Melasse als Rohstoffproblem der Backhefeindustrie. Brauntweinwirtschaft 113, 1973, č. 4. s. 54—58.
- [4] PÍŠ E.: Možnosti použitia trstinovej melasy pri výrobe pečár. droždia a sušených kŕmnych kvasníc. Prednáška 1973.
- [5] STUCHLÍK V.: Zur Kalkulation und Bilanzierung der Hefefermentation. Pripravené k publikovaniu pro Brauntweinwirtschaft, 114, 1974

PÍŠ, E.: Kvalitatívny profil melasy ako problém pre droždiarenskú fermentáciu. Kvas. prům. 20, 1974, č. 7, s. 153 až 156.

V droždiarenskej fermentácii podľa dosahovaných kvalitatívnych a kvantitatívnych výsledkov sa konštatuje, že kvalitatívny profil melasy sa neustále zhoršuje ako logický výsledok narastajúcej intenzifikácie v prvovýrobe i v cukrovarníctve. Na poli to začína odrodou repy, napr. rozšírením odrody Slovmony H a nepriaznivou odzvou v produkcii melasy, pokračuje intenzívnym hnojením a chemizáciou pôdy i úrody. Do repy sa dostávajú analyticky závažné množstvá reziduí (napr. dusitany, chlórové fenoláty) a v cukrovare zvýšený obsah prchavých kyselín. Obohatenie necukorného podielu melasy nevhodnými reziduami ide na úkor optima dusíkatých, asimilovateľných a rastových látok, ktoré sú podmienkou biosyntézy, čo vedie k nárastu inhibičných faktorov biosyntézy a glykolýzy vôbec. Táto skutočnosť núti fermentáciu hľadať korekčné spôsoby a dôslednejšie sledovať kvalitatívny profil melasy.

Пиш, Э.: Ухудшающееся качество мелассы затрудняет производство на заводах дрожжевой промышленности. Квас. прум. 20, 1974, № 7, стр. 153—156.

Качественные и количественные показатели производства на заводах дрожжевой промышленности неопровержимо доказывают, что качество исходного сырья, т. е. мелассы, поступающей с сахарных заводов, непрерывно ухудшается в результате интенсификации агротехники свекловодства и совершенствования производственной технологии на сахарных заводах. В свекловодческих районах начинают преобладать новые сорта сахарной свеклы, как напр. Словмона H, дающие после переработки мелассу более низкого качества чем прежние сорта. Неблагоприятное влияние оказывает химизация сельского хозяйства, в особенности резкое повышение количества применяемых искусственных удобрений за счет снижения доли навоза. В химическом составе свеклы повышается содержание нитритов и фенолята хлора. Технология, применяемая на сахарных заводах способствует повышению содержания в мелассе летучих кислот. Параллельно с увеличивающимися вредными составляющими уменьшается доля полезных, т. е. азотистых соединений, усвояемых и ростовых веществ, являющихся основным условием биосинтеза и гликолиза вообще. Заводы дрожжевой промышленности вынуждены принимать особые меры для нейтрализации вредных влияний и тщательнее контролировать качество принимаемой мелассы.

PÍŠ, E.: Deteriorating Quality of Molasses Affects Fermentation Processes in Yeast Plants. Kvas. prům. 20, 1974, No. 7, pp. 153—156.

Both the yields and the quality of final products confirm that the quality of molasses supplied to yeast plants by sugar mills is gradually deteriorating. The process can be seen as a natural result of new intensive methods introduced in agriculture and sugar industry. New sugar beet varieties as e. g. Slovmona H give molasses of lower quality and a number of other factors as e. g. intensive fertilization based chiefly on synthetic fertilizers, application of various chemicals etc. contribute also to the deterioration. Beets contain substantial quantities of such residues as nitrites, chlorine phenoxide etc. In sugar mills the composition of molasses is further unfavourably affected by high percentage of volatile acids absorbed in manufacturing processes. The higher content of nonsugar substances, due to the presence of undesirable residues, reduces the amount of nitrogenous, as well easily assimilable and growth substan-

ces which are essential for biosynthesis the result being the increasing amount of factors inhibiting biosynthesis and glycolysis generally. The yeast plants are compelled to analyze the quality of molasses more rigorously and to adjust appropriately their processing technology.

Piš, E.: Das qualitative Profil der Melasse als Problem für die Backhefefermentation. Kvas. prům. 20, 1974, No. 7, S. 153—156.

In der Backhefefermentation wird auf Grund der erzielten qualitativen und quantitativen Ergebnisse konstatiert, dass sich das qualitative Profil der Melasse ständig verschlechtert als logisches Ergebnis der fortschreitenden Intensifizierung in der landwirtschaftlichen Produktion sowie auch in den Zuckerfabriken. Dies beginnt bereits auf dem Feld mit der Zuckerrübensorte,

z. B. mit der Verbreitung der Sorte Slovmoney H, die einen ungünstigen Einfluss auf die Melasseproduktion aufweist; weitere negative Einflüsse hängen mit der intensiven Düngung und Chemisation des Bodens und der Ernte zusammen. In die Rübe gelangen analytisch bedeutende Residuen-Mengen (z. B. Nitrite, Chlorphenolate) und in der Zuckerfabrik erhöht sich der Gehalt an flüchtigen Säuren. Die Bereicherung des Nichtzucker-Anteils der Melasse mit ungeeigneten Residuen erfolgt zum Nachteil des Optimums der Stickstoffhaltigen, assimilierbaren und Wachstumsstoffe, welche die Biosynthese bedingen, was zum Anwachsen der Inhibitionsfaktoren der Biosynthese und der Glykolyse im allgemeinen führt. Deshalb müssen bei der Fermentation Korrektionsverfahren gesucht und das qualitative Profil der Melasse konsequent verfolgt werden.