

# Biodegradace lihovarských a droždářských odpadů

663.52 663.087.24 663.14

Dr. Ing. STANISLAV GWARDYS, Dr. Ing. ZDZISŁAW KOKUSZKO, Dr. Ing. EDWARD KOSIEK, Doc. Dr. Ing. ZDZISŁAW WŁODARCZYK, Výzkumný ústav fermentační technologie a mikrobiologie, Polytechnika v Lodži, PLR

**Klíčová slova:** lihovar, melasové výpalky, odpadní vody, bioplyn, krmné kvasnice, *Trichosporon cutaneum*, droždářská zápara, kultivace

Kvašení melasových výpalků, které jsou velmi obtížným kapalným odpadem (CHSK asi  $65 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ , BSK<sub>5</sub> asi  $45 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), bylo zavedeno v PLR do průmyslové praxe, a pokládá se za první etapu zužitkování melasových výpalků. V tomto procesu se do rozředěných výpalků přidá minerální živná půda a velké množství kyseliny sírové (asi  $500 \text{ kg H}_2\text{SO}_4/1000 \text{ kg}$  produkovaných kvasnic). V důsledku kvašení výpalků se získá asi  $14 \text{ g}$  sušiny kvasnic z jednoho  $\text{dm}^3$ . Využití organických látek obsažených ve výpalcích je asi 35 %. Odtoky ze separátorů jsou v dalším období charakteristické velkým zbytkem organických sloučenin, nízkým pH (asi 5) a zvětšeným obsahem síranů (asi  $8 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ).

V posledních letech jsme provedli zkoušky, jejichž cílem bylo stanovit možnosti provádění tohoto procesu bez stabilizace pH fermentačního média. Kultivace se prováděla v laboratorním měřítku (pracovní objem fermentorů  $3 \text{ dm}^3$ ) a v čtvrtprůvozním měřítku (pracovní objem  $20 \text{ dm}^3$ ). Doba trvání jedné kultivace nepřekročila 10 hodin. Při všech zkouškách bylo použito množství inokula  $3,0 \text{ g}$  sušiny  $\cdot \text{dm}^{-3}$ , provzdušňování  $120 \text{ dm}^3 \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ , při frekvenci otáček míchadla  $400 \text{ min}^{-1}$ . Při takto vedených kultivacích se získal průměrný výtěžek kvasnic asi  $20 \text{ g}$  sušiny z  $\text{dm}^3$ , tzn. přírůstek asi  $17 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Proces kvašení probíhal při specifické růstové rychlosti  $\mu = 0,27 \text{ h}^{-1}$  a době zdvojení biomasy  $T = 2,5 \text{ h}^{-1}$ .

Tabulka 1 obsahuje číselné údaje o změnách koncentrací několika ukazatelů charakterizujících tento proces.

Odtoky z takto provedených kultivací jsou charakteristické vysokým pH (asi 8,5) a nízkou koncentrací síranů (od 2 do  $3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Využití organických látek a redukce CHSK se pohybuje v rozmezí 38 až 42 %.

Tabulka 1. Ukazatele získané při periodických kultivacích kvasnic *Trichosporon cutaneum* v melasových výpalcích bez úpravy pH fermentovaného prostředí

Ukazatel	Jednotky	Výpalková břečka podrobená kvašení	Odtok ze separátorů
Obsah sušiny	(g/100 g)	6,6	3,4
pH		5,3	8,5
CHSK	(g · dm <sup>-3</sup> )	42,4	25,4
Koncentrace síranů	(g · dm <sup>-3</sup> )	2,1	2,0
Organické neprchavé kyseliny	(g · dm <sup>-3</sup> )	13,8	1,2
Redukující látky jako glukosa	(g · dm <sup>-3</sup> )	2,3	0,5
Betain	(g · dm <sup>-3</sup> )	4,7	4,5
Volné aminokyseliny	(g · dm <sup>-3</sup> )	1,4	stopy
Počet bakteriálních buněk	(počet buněk v cm <sup>3</sup> )	100—300	$6,4 \cdot 10^6$



Zdůraznění zasluhuje, že při kultivaci bez stabilizace pH se dosáhne dobrého využití organických kyselin obsažených ve výpalcích. Nejlepšími v takto provedeném procesu se ukázaly kvasnice *Trichosporon cutaneum*.

Uvedené zkoušky rovněž zahrnovaly kultivaci různých kvasnic v odseparovaných drožděnských záparách při samovolných změnách pH. Při těchto zkouškách bylo změněno složení základu zaváděného do odtoku přísadami uvedenými v tabulce 2. Zkoušky byly provedeny v laboratorním rozsahu ve fermentorech o objemu 3 dm<sup>3</sup> a 130 dm<sup>3</sup>. Byly rovněž provedeny zkoušky fermentace nepřetržitým způsobem, při použití zředovací rychlosti 0,120 h<sup>-1</sup>. Z několika zkoušených druhů kvasnic byly nejlepší výsledky získány rovněž při pěstování kvasnic *Trichosporon cutaneum* (tabulka 2).

Kvašení vlastního odtoku umožnilo dosáhnout biodegradaci příměsí asi 29 % při současném přírůstku biomasy asi 2,0 g sušiny za dm<sup>3</sup>. Obohacení odtoku některými minerálními solemi nezlepšilo růst, což svědčí o tom, že odtok obsahuje postačující množství minerálních složek. Naopak se projevuje nedostatek stimulatorů růstu. Přídavek 0,03 % kvasničného extraktu způsobil vzrůst výtěžku kvasnic o 30 %, a také vyšší využití organických látek přibližně o 50 %. K posouzení odtoku při výrobě pekařských kvasnic jako zdroje minerálních solí bylo v následujících pokusech jeho složení doplněno přídavkem jiných zdrojů uhlíku (ethanol, octan amonný, melasa). Přídavek uvedených organických sloučenin výrazně zvětšil výtěžnost biomasy. U těchto pokusů bylo potvrzeno také snížení stupně redukce CHSK ze 43,3 % na 29,4 až 26,4 %.

Kvašení melasových výpalků nebo odtoku bez regulace pH umožňuje nejen uspořít kyselinu sírovou, ale rovněž určité možnosti získat zvýšení biodegradace (redukce) organických látek obsažených v těchto odpadech. Ve složení získané biomasy se rovněž vyskytuje bakteriální biomasa, rozvíjející se jako kontaminace. Její kvalita je okamžitě vyhodnocována.

Je třeba rovněž zdůraznit, že odtok po vykvašení melasových výpalků při samovolných změnách pH má alkalickou reakci (pH = 8,6) a nízkou koncentraci síranů (2 g.dm<sup>-3</sup>), což umožňuje jeho zužitkování v zahuštěném stavu.

V rámci provedených zkoušek byly také provedeny zkoušky využití melasových výpalků jako základu v termofilní methanové fermentaci (54 °C). V tomto procesu se získává energeticky bohatý bioplyn a bakteriální biomasa s vitamínem B<sub>12</sub>.

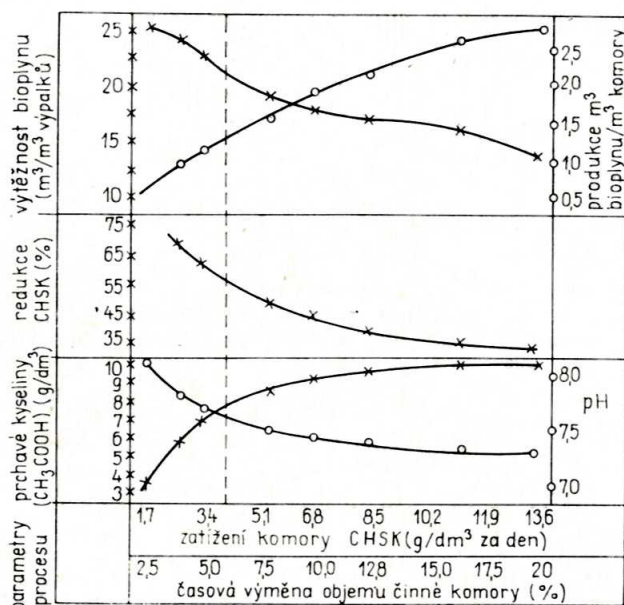
Nejdůležitější výsledky získané v provedených pokusech jsou uvedeny na obrázku 1.

Výpalky podrobené fermentaci obsahují 89 g sušiny v dm<sup>3</sup> a vykazují CHSK 68 g.dm<sup>-3</sup>, což potvrdilo, že ma-

Tabulka 2. Ukazatele při periodické fermentaci kvasnic *Trichosporon cutaneum* v odtoku po produkci pekařských kvasnic (O. D.) bez úpravy pH prostředí

Složení prostředí	pH	Redukující látka (g . dm <sup>-3</sup> )	Výtěžek sušiny biomasy (g . dm <sup>-3</sup> )	CHSK (g . dm <sup>-3</sup> )	Redukce CHSK (%)
Odtok po produkci kvasnic (O. D.)	5,2	2,3	—	18,0	—
O. D. bez přídavků	8,9	1,0	2,1	12,7	29,0
O. D. + minerální sloučeniny (K, Mg, N, P)	8,6	1,0	2,1	12,0	33,2
O. D. + kvasničný autolyzát (0,03 %)	9,0	0,7	2,7	10,2	43,3
O. D. + ethanol (0,5 %)	8,1	1,4	3,1	12,7	29,4
O. D. + octan amonný (0,5 %)	8,6	0,9	3,7	10,8	39,5
O. D. + melasa (1 %)	8,9	1,4	6,5	13,2	26,4

O. D. — odtok po produkci pekařských kvasnic





доказано, что этот процесс можно проводить без стабилизации pH, и кроме того и при его спонтанных изменениях, что имеет большое значение с точки зрения охраны окружающей среды и с точки зрения понижения расходов на производство (определенная экономия серной кислоты). В исследование были также включены испытания применения паточной барды как среды для термофильной метановой ферментации. Вследствие этого процесса достигается сокращения ХПК около 55 %, далее получается энергетически богатый биогаз количеством 20 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> барды и 300—800 мг витамина B<sub>12</sub>.

**Gwardys, S. — Kokuszko, Z. — Kosiek, E. — Włodarczyk, Z.: Biodegradation of Wastes from Distillation and Fermentation Industries.** Kvas. prům., 34, 1988, No. 7, pp. 204—206

The production of fodder yeast from distillation slops and from the liquid medium after baker's yeast fermentation was tested during several last years. The best results were achieved with the yeast *Trichosporon cutaneum*. It was found that the fermentation can be performed without pH control that is significant from both standpoints of the ecology preservation and the saving of sulphuric acid. Also the utilization of distillation slops for the thermophilic methane fermentation was tested. Using this process the COD can be reduced by 55 %. Biogas is produced in the quantity of 20 m<sup>3</sup> per

m<sup>3</sup> of slops and the vitamin B<sub>12</sub> in the quantity of about 300 to 800 mg is obtained, too.

**Gwardys, S. — Kokuszko, Z. — Kosiek, E. — Włodarczyk, Z.: Biodegradation der Abfälle aus der Spiritus- und Backhefeherstellung.** Kvas. prům., 34, 1988, Nr. 7, S. 204—206.

In den letzten Jahren studierten die Autoren die Möglichkeiten der Futterhefeherstellung aus der Melasseschlempe der industriellen Brennereien und aus abseparierten Maischen aus Backhefefabriken. In diesen Prozessen zeigten die beste Anwendbarkeit die Hefen *Trichosporon cutaneum*. Die Versuche mit der Fermentation der Melasseschlempen und abseparierter Backhefemaischen bestätigten, daß man diesen Prozeß ohne pH-Stabilisierung und auch bei seinen spontanen Veränderungen durchführen kann, was von grosser Bedeutung vom Standpunkt des Umweltschutzes sowie auch vom Standpunkt der Senkung der Produktionskosten ist (eine bestimmte H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Einsparung). Im Rahmen des Forschungsprogramms wurden weiter auch Versuche der Anwendung der Melasseschlempe als Medium bei der thermophilen Methan-Fermentation durchgeführt. Durch die Realisierung dieses Prozesses wird eine ca 55 % CHSK-Reduktion erzielt, weiter ein energetischreiches Biogas in einer Menge von 20 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> Schlempe und ungefähr 300 bis 800 mg des Vitamins B<sub>12</sub> gewonnen.