

Možnosti využití a likvidace melasových výpalků

Ing. KAREL MELZUCH, CSc., Prof. Ing. MOJMÍR RYCHTERA, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav kvasné chemie a bioinženýrství, Praha, ČR

Dr. Inž. STANISLAW GWARDYS, Dr. Inž. ZDZISLAW KOKUSZKO, Prof. Dr. Inž. ZDZISLAW WŁODARCZYK, Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Łódź, Polsko

559.663

Klíčová slova: *lihovarské melasové výpalky, zahušťování, spalování, odsolování, aerobní fermentace - droždění, Trichosporon cutaneum, Candida tropicalis, anaerobní fermentace, tvorba bioplynu, membránové procesy*

ÚVOD

Jedním z nepříjemných problémů, které stojí před větší-
nou průmyslových lihovarů u nás a v některých státech

střední a východní Evropy, je zpracování, případně likvidace
melasových výpalků. V 80. letech bylo v České republice
ročně produkováno kolem 55 000 tun výpalků přepočteno na
koncentraci sušiny 77 % hm. (41°Bé). Výroba kvasného lihu,

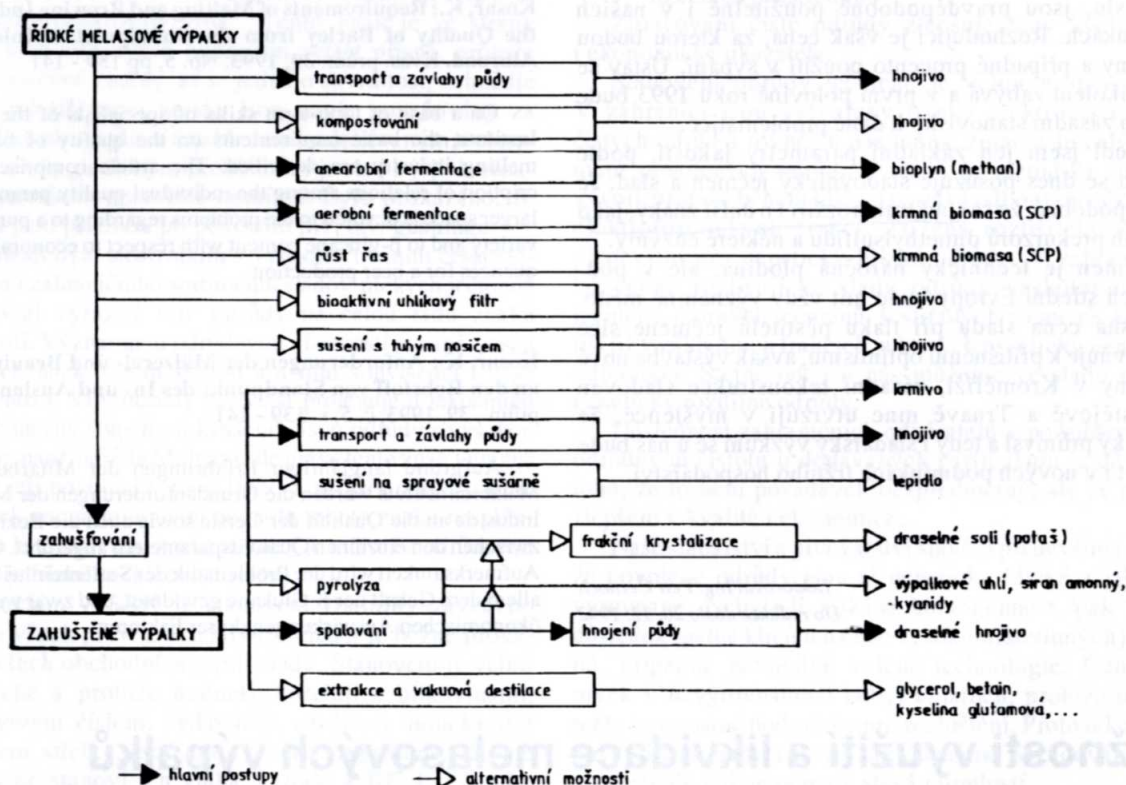
zejména z řepné a z třtinové melasy, je procesem, který díky vznikajícím výpalkům může extrémně znečišťovat životní prostředí. Melasové výpalky - zbytek po oddestilování lihu a dalších těkavých látek ze zralé zápary - byly dříve cennou surovinou pro výrobu potaše a ve formě teplé břečky i žádaným doplňkovým krmivem. V posledních letech po omezení výroby potaše záleželo pouze na vedení jednotlivých závodů či podniků, jakou váhu přikládaly řešení této problematiky. Z celospolečenského hlediska s likvidací melasových výpalků jako odpadu při výrobě lihu úzce souvisí řešení otázek ochrany životního prostředí, úspora paliv a energie a zvyšování efektivity vlastní výroby lihu.

Obtížnost likvidace melasových výpalků je dána jednak jejich velkým množstvím, vzniká jich více než desetinásobné množství oproti objemu vyrobeného surového lihu, a současně i vysokým obsahem zatěžujících organických a anorganických látek (7 - 12 % hm.) v řídkých výpalcích. Proto je v současné době z ekologického hlediska zcela nepřijatelné vypouštění výpalků do veřejných toků. Znovu se však prosazuje jejich využití jako hnojiva bohatého na draslík. Dávkování však musí být kontrolováno. Vhodná je i úprava

PŘEHLED MOŽNOSTÍ ZPRACOVÁNÍ MELASOVÝCH VÝPALKŮ

Hlavní a nejpoužívanější cesty zpracování lihovarských melasových výpalků jsou znázorněny na obr. 1. Pro většinu způsobů zužitkování či likvidace řídkých melasových výpalků s obsahem sušiny 7 - 12 % hm. je nutnou podmínkou jejich předchozí zahuštění. Skladování řídkých melasových výpalků je vzhledem k jejich velkým objemům a nízké trvanlivosti nevhodné, rovněž je neekonomická doprava nezahuštěných výpalků na větší vzdálenosti. Zahušťování výpalků na hustotu až 77 % hm. (41 °Bé) se provádí běžně pomocí 3-5tistupňové odparky, často zakončené finizérem.

Významnou možností likvidace melasových výpalků je využití biologické cesty odbourání. Cílem je odstranění maximálního množství biologicky degradovatelných organických a anorganických látek z výpalků a využít je jako substrátu pro tvorbu biomasy, bioplynu apod. nebo jako doplňkového zdroje v dalších fermentačních procesech, např. výroba vitamínu B₁₂, kyseliny citronové, antibiotik [1,2]



Obr.1 Způsoby zpracování lihovarských melasových výpalků

výpalků fermentací na pevném substrátu (např. sláma) za anaerobních podmínek. Vzniklý produkt je velmi dobrým hnojivem. Je možný i přídavek zahuštěných výpalků do anaerobních komor ČOV, čímž se docílí zvýšené produkce bioplynu.

V podstatně jednodušší situaci, co se týká odbytu výpalků, jsou zemědělské lihovary, které zpracovávají zemědělské škrobnaté suroviny, převážně brambory a obilí. O tyto výpalky je velký zájem ze strany zemědělských podniků a jsou vhodné k přímému zkrmování ve formě teplé břečky nebo jako přídavek do krmných směsí.

Lihovarské melasové výpalky lze využít jako surovinu pro výrobu mikrobiální biomasy (SCP). Při aerobní fermentaci (tzv. zdrojování) se nejčastěji používají kmeny kvasinek, které mají široké asimilační spektrum organických látek, tím i vysokou výtěžnost biomasy, jsou schopny přímo využít velké množství látek v řídkých výpalcích v koncentracích, v jakých odcházejí ze záparové kolony, popř. ještě vyšších, a mohou růst při vyšších koncentracích solí. Bärwald a Lee [3] testovali ve vsádkových fermentacích na řepných melasových výpalcích termotolerantní kmeny kvasinek *Kluyveromyces marxia-*

mus, *Candida kefyr*, *Candida rugosa*, *Candida tropicalis*, *Rhodotorula glutinis*, *Rhodotorula mucilaginosa* (nyní *Rhodotorula rubra*), *Saccharomyces exiguus*, *Hansenula polymorpha*, které byly izolovány z půdy v okolí lihovarů a byly schopny odbourat 21 - 30 % organických látek vyjádřených jako chemická spotřeba kyslíku (CHSK) z původních výpalků, zatímco sbírkový kmen *Candida utilis* pouze 17,5 % CHSK. Množství odbouraných látek se mírně zvýšilo na hodnoty kolem 33 % (CHSK) při použití směsných kultur.

Ještě lepších výsledků dosáhl *Moriya a kol.* [4] s kvasinkovými kmeny, izolovanými rovněž z okolí lihovaru, ve dvoustupňové vsádkové fermentaci. V prvním stupni byl použit flokulující kmen *Hansenula anomala* a došlo k odbourání 34 % celkového organického uhlíku (TOC) z řídkých řepných melasových výpalků. Ve 2. stupni bylo pomocí kmene I-44 odstraněno 62 % TOC zbylého v supernatantu po 1. stupni. Celkově bylo tímto způsobem odstraněno 75 % z původního TOC a množství biomasy v každém stupni narostlo osminásobně.

Rozšířenější je používání řídkých melasových výpalků pro proces zdrožďování po jejich dodatečném zředění, ve směsi s jinými substráty (např. s melasou) nebo po doplnění

některých živin (fosfáty, amonné soli ...), což přináší vyšší výtěžky biomasy [5].

K biologické likvidaci melasových výpalků aerobní cestou je možno použít plísní, případně i řas. Omomo a kol. [6] pomocí termofilního kmene plísně *Aspergillus fumigatus* v procesu tzv. dekolorizace odstranili 56 % TOC z původních výpalků. Některé z organismů a základní charakteristiky procesu aerobního odbourávání výpalků jsou uvedeny v tab. 1.

Anaerobní fermentace (tvorba bioplynu) je jednou z běžně užívaných metod umožňující s velkou kapacitou likvidovat až desítky tun organických látek za den. Vznikající plyn obsahuje kolem 60 % methanu. V současné době byly již úspěšně zvládnuty tzv. "inženýrské aspekty" tohoto procesu zahrnující různé typy reaktorů, hydrodynamiku procesu, velikost reaktoru apod. Největší provozované bioreaktory dosahují objemů řádově až desítek tisíc m³. Avšak klíčový problém, na kterém závisí efektivnost celého bioproduktu, setrvává v "biologické rovině" a je jím vytvoření aktivního methanogenního ekosystému přirozené mikrobiální populace ve fermentoru [14]. Pro zpracování lihovarských výpalků jsou nejčastěji používány náplňové reaktory, ve kterých se mikrobiální populace váže ve formě tzv. filmu na povrch nosiče [15],

Tab. 1. Produkce krmné biomasy z lihovarských výpalků

Mikroorganismus	Výpalky	Doba zdržení v reaktoru [h]	Výtěžek biomasy [g/l]	Odbourání organických látek [% CHSK]	Literatura
Kvasinky					
<i>Candida utilis</i>	ŘMV	2,6	17,9	34,6	7
<i>Candida utilis</i>	ŘMV ¹	vsádka	3,5	17,5	3
<i>Candida tropicalis</i>	ŘMV	-	17,8		8
<i>Candida rugosa</i>	ŘMV	vsádka	6,9	30,1	3
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	ŘMV	3,3	10,0		9
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	ŘMV	vsádka	4,3	27,1	3
<i>Trichosporon fermentans</i>	ŘMV	vsádka	14,0	53,0	10
<i>Geotrichum candidum</i>	ŘMV	6,0	14 - 23		11
<i>Candida rugosa</i>	ŘMV	vsádka	6,8	33,0	3
+ <i>Hansenula polymorpha</i>					
<i>Candida rugosa</i>	ŘMV	vsádka	5,3	33,4	3
+ <i>Hansenula polymorpha</i>					
+ <i>Kluyveromyces marxianus</i>					
+ <i>Candida utilis</i>					
<i>Hansenula anomala</i>	ŘMV	vsádka ^x	xx	75,0 ^{xx}	4
+ kmen I-44					
Plísně					
<i>Penicillium communis</i>	VV	43	0,5 - 13	91	3
<i>Aspergillus fumigatus</i>	ŘMV	vsádka		56	12
Řasy					
<i>Chlorella vulgaris</i>	nesp. V	96			13

Vysvětlivky:

ŘMV

ŘMV1

VV - řepné melasové výpalky

nesp. V - řepné melasové výpalky doplněné P a N-živinami

- vinné výpalky

- blíže nespecifikované výpalky

x) dvoustupňový proces

xx) osminásobný nárůst biomasy v každém stupni

xxx) vyjádřeno v % celkového org. uhlíku (TOC)

Tab.2. Likvidace lihovarských výpalků pomocí procesů anaerobního vyhnívání za tvorby bioplynu

Výpalky	Typ reaktoru	Kapacita [l]	Objemové zatížení [g CHSK/l.den]	Doba zdržení v reaktoru [den]	Odbourání organických látek [% CHSK]	Literatura
TMV	"Downflow" s vázaným mikro- biálním filmem	1 . 10 ⁴	14,2 - 20,4	3,3 - 2,7	61,9 - 71,3	14
TMV	"Downflow" s vázaným mikro- biálním filmem	1,7 . 10 ⁶	15	-	60 - 73	14
TMV	"Upflow" anaerobní filtr	8 . 10 ³	7	9	50 - 70	16
TMV	"Upflow" anaerobní filtr	12 . 10 ⁶	-	-	-	16
ŘMV	"Upflow" anaerobní filtr	300	3	1,6	47	17
ŘMV	"Upflow" anaerobní filtr	65	8	2,5	58 - 63	18
VV	"Downflow" s vázaným mikrobiálním filmem	2 . 10 ⁴	13,9	1,6	90	19

Vysvětlivky:

TMV - třtinové melasové výpalky

ŘMV - řepné melasové výpalky

VV - vinné výpalky

Tab. 3. Výsledky zdrožďování lihovarských melasových výpalků pomocí kvasinek *Candida tropicalis* a *Trichosporon cutaneum*

Stanovená veličina	Složení zápary ^{x)}	Složení odpadní vody po zdroždování			
		<i>Candida tropicalis</i>		<i>Trichosporon cutaneum</i>	
		pH v průběhu fermentace			
		regulováno	spontánní	regulováno	spontánní
pH	4,5	4,6	8,8	4,6	8,9
Celková sušina ¹⁾	57,0	33,0	31,0	31,2	29,7
Sušina organického podílu ¹⁾	45,6	20,8	20,0	19,7	19,2
Redukující látky (glukosa) ¹⁾	6,5	0,4	0,5	0,3	0,4
Těkavé kyseliny ¹⁾	1,4	0,01	0,01	0,01	0,01
Netěkavé kyseliny ¹⁾	12,5	1,4	1,6	1,1	1,3
Glycerol ¹⁾	3,4	0,3	0,4	0,2	0,2
Celkový dusík ¹⁾	3,2	1,8	1,9	1,7	1,7
Amino - dusík ¹⁾	0,33	0,05	0,06	0,02	0,02
Betain ¹⁾	6,8	6,0	6,1	5,6	5,8
Sířany ¹⁾	1,2	6,7	1,1	7,4	1,0
CHSK ¹⁾	38,7	20,0	21,1	19,0	19,8
Odbourání org. látek ²⁾	-	48	45	51	49
Výtěžek biomasy ¹⁾	-	9,8	9,0	12,0	11,8
Počet bakteriálních buněk ³⁾	4,8 . 10 ²	3,8 . 10 ⁶	5,4 . 10 ⁷	1,8 . 10 ⁶	8,9 . 10 ⁷
Doba trvání lag-fáze ⁴⁾	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Měrná rychlost růstu ⁵⁾	-	0,34	0,31	0,36	0,32
Obsah bílkovin v biomase ⁶⁾	-	50	50	48	48

Vysvětlivky:

1) g/l 4) h

2) % CHSK 5) h⁻¹

3) počet buněk v ml 6) % hm.

x) zápara = řídké melasové výpalky zředěné vodou
v poměru 1:1 a po té obohacené přísadkami melasy,
močoviny a (NH₄)₂ HPO₄ - viz text

který tak nahrazuje funkci přirozeného bakteriálního nosiče, jako jsou např. prasečí exkrementy. V tab. 2 jsou uvedeny příklady různých typů reaktorů používaných pro likvidaci melasových výpalků pomocí anaerobního vyhnívání a jejich základní parametry.

Řada těchto způsobů, včetně anaerobního odbourávání, významně snižuje obsah zatěžujících látek ve výpalech

z původních hodnot CHSK kolem 60 g/l o 60 - 75 % a u BSK₅ o 85 - 97 %, ale neřeší zcela důsledně problém likvidace odpadních vod, pouze ho odsouvá o krok dále. Proto je většinou nutno na závěr těchto procesů zařadit aerobní dočištění odcházejících odpadních vod před jejich vypouštěním do vodního toku.

ZDROŽDOVÁNÍ LIHOVARSKÝCH MELASOVÝCH VÝPALKŮ

Zdrožďování výpalků na jedné straně umožňuje využití organických látek obsažených ve výpalcích na tvorbu krmných bílkovin (SCP), ale na druhé straně odpadní vody po zdrožďování, díky vysokému obsahu síranů, mají při aplikaci na pole formou závlivky negativní vliv na životní prostředí, způsobují zasolení půdy, narušují biologickou rovnováhu v půdě (zkvašování půdy), pronikají do povrchových a spodních vod.

Většinou se řídké melasové výpalky před zdrožďováním ředí vodou v poměru 1 : 1 a na 1 l zředěných výpalků se přidává 10 g melasy, 0,7 g močoviny a 0,7 g hydrogenfosforečnanu amonného. V našich pokusech se nejprve jako produkční mikroorganismus používaly kvasinky *Candida tropicalis*. V průběhu jejich kultivace prudce stoupá pH z 4,8 až na hodnoty nad 8,0. Optimální pro tento proces je udržení pH v rozmezí 4,8 - 5,2 neutralizací kyselinou sírovou. Potom však spotřeba koncentrované kyseliny sírové dosahuje hodnot okolo 500 kg na 100 kg vytvořené suché biomasy (92 % sušiny - D₉₂). V průběhu zdrožďování dochází k odstranění asi 30 % organických látek z původního média, ale na druhé straně výrazně stoupá koncentrace síranů v odpadních vodách po fermentaci na hodnoty 7 - 9 g/l, které několikanásobně překračují povolený limit, který např. v Polsku je 0,3 g/l. Proto jsme hledali možnosti, jak provádět zdrožďování výpalků bez nutnosti přidávků kyseliny sírové na neutralizaci a při zachování dobré výtěžnosti procesu. Další možností je použití kvasinek *Trichosporon cutaneum* místo běžně využívaného rodu *Candida*. Zvyšování alkality by se také dalo předejít větším přidávkem melasy k výpalkům. Z hlediska optimálního průběhu zdrožďování (bez nutnosti velkých přidávků kyseliny sírové) a výtěžnosti biomasy byl na ÚKCHB VŠCHT zjištěn před mnoha lety jako nejvhodnější poměr 1 : 3, tzn. 1 hmotnostní díl sušiny melasy ku 3 hm. dílům sušiny výpalků. Z ekonomického hlediska však tento poměr není příznivý.

V laboratorním měřítku jsme prováděli kultivace kvasinek *Trichosporon cutaneum* a *Candida tropicalis* na médiu obsahujícím lihovarské melasové výpalky doplněné melasou a zdroji dusíku a fosforu (jak je uvedeno výše) v procesech s regulací pH a bez regulace pH. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3. Obě kultury v průběhu aerobní kultivace využívají ze zářary organické látky, především redukcující cukry, organické kyseliny, glycerol, aminodusík atd., bez ohledu na způsob regulace pH. Tím dochází k výraznému snížení celkového obsahu sušiny a chemické spotřeby kyslíku v odpadních vodách odcházejících po zdrožďování. Negativním jevem při kultivacích s regulací pH je, mimo zvýšení provozních nákladů o dodávanou kyselinu sírovou, 6 - 7násobně vyšší koncentrace síranových aniontů na výstupu než v procesech vedených bez regulace pH. Důsledky vysokých koncentrací síranů v odpadních vodách na životní prostředí byly již dříve zmíněny. V kultivacích bez regulace pH bylo sice dosaženo nepatrně nižších výtěžků biomasy a nižšího odbourání organických látek, ale i přes zvyšující se hodnoty pH během fermentace nebyly u obou kultur zjištěny výraznější změny ve fyziologických vlastnostech buněk (měrná rychlost růstu buněk, délka trvání lag-fáze apod.), které by si vynucovaly zásah do zaběhnutého technologického procesu. Při vyšších

hodnotách pH se pouze silněji pomnožovala bakteriální mikroflóra. Kmen *Trichosporon cutaneum* na půdě připravené z melasových výpalků roste lépe než *Candida tropicalis*, což se projevuje i o 20 - 25 % vyššími výtěžky biomasy a lepším využitím organických látek substrátu, což vede ke snížení CHSK až o 50 %.

Celkově lze říci, že proces zdrožďování melasových výpalků může sloužit nejen k likvidaci řídkých výpalků, ale i k jejich zhodnocení ve formě vysokohodnotné krmné bílkoviny. Tři polské lihovary již zpracovávají přímo řídké melasové výpalky následnou aerobní kultivací (zdrožďování výpalků) na krmné droždí. Celkem se získává kolem 7 tisíc tun produktu o sušině 93 %. V Polsku je v současné době v provozu pět průmyslových lihovarů, které ročně vyprodukují kolem 500 tisíc m³ řídkých melasových výpalků o průměrné koncentraci sušiny 8 % hm. (4,5°Bé).

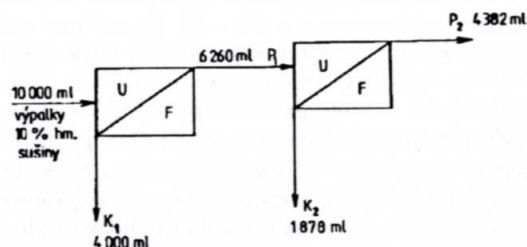
APLIKACE MEMBRÁNOVÝCH SEPARAČNÍCH METOD

Další možnou alternativou, případně etapou zpracování a likvidace melasových výpalků je využití membránových separačních procesů, zejména ultrafiltrace (UF) a reverzní osmózy (RO), které umožňují frakcionaci jednotlivých složek a zahuštění výpalků.

Kombinace metod ultrafiltrace a reverzní osmózy byly úspěšně použity v poloprovozním měřítku při zpracování obilných a kukuřičných výpalků vznikajících při výrobě whisky [20]. Byl získán koncentrát, který obsahoval 80 % veškerých rozpuštěných látek a přes 90 % bílkovin z původních řídkých výpalků, a permeát s velmi nízkou koncentrací rozpuštěných látek, jehož objem dosahoval až 90 % původního objemu výpalků a bylo jej možno vypouštět do vodních toků bez obav z jejich znečištění nebo opět využít jako technologickou vodu přímo v provozu. O problematice aplikace membránových procesů pro zpracování lihovarských melasových výpalků je možno najít v odborné literatuře velmi omezené a strohé zprávy. Je to dáno především charakterem vlastních výpalků, které obsahují širokou škálu látek, od látek koloidní povahy, přes barviva, vysokomolekulární a nízkomolekulární látky až po anorganické soli, a z toho plynoucími obavami "pustit" tuto směs do poměrně drahého membránového filtračního zařízení a riskovat zničení membrány. Určitý obrat na tomto poli jistě přinesou keramické membrány, které jsou mechanicky a chemicky velice odolné a k jejich čištění lze použít poměrně drastických metod, jako jsou používání koncentrovaných roztoků zásad a kyselin, mechanické odstranění látek z aktivního povrchu membrány, ale i "vypálení" zachycených organických látek v peci při vysoké teplotě.

V našich experimentech [21] bylo ověřováno chování řídkých melasových výpalků (10 % hm. sušiny) při ultrafiltraci a reverzní osmóze. Ultrafiltrace byla prováděna dvoustupňově ve čtvrtprovozním zařízení MINI LAB 10 (DDS - Dánsko), které umožňovalo tzv. dynamickou filtraci. V prvním stupni bylo použito UF membrány OS-F-100 000 (Osmota, SRN) s velikostí pórů umožňujících zadržovat molekuly o relativní molekulové hmotnosti větší než 100 000 (tzv. hodnota "cut-off"). Vzniklý permeát byl veden do druhého stupně, kde byla použita membrána OS-F-1000 (Osmota, SRN)

o "cut-off" 1 000. Hmotnostní bilance těchto dvou stupňů je znázorněna na obr. 2.



Obr. 2 Hmotnostní bilance dvoustupňové dynamické filtrace řídkých melasových výpalků

V prvním stupni, který trval 8 hodin, klesal postupně průtok permeátu (následkem ucpávání membrány - "fouling") z hodnoty $44,6 \text{ l.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ na $19,1 \text{ l.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$. Druhý stupeň trval 1 hodinu, během této doby klesl průtok permeátu z hodnoty $149 \text{ l.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ na hodnotu $116,9 \text{ l.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$. Složení frakcí po prvním stupni je znázorněno v tab. 4 a tab. 5. Hodnotíme-li látkovou bilanci ultrafiltrace dojdeme k těmto závěrům:

- Při frakcionaci materiálu na membráně OS-F-100000 dochází u všech komponent ke ztrátě od 0 do 12 %, což si vysvětlujeme zadržením látek na membráně, např. adsorpcí. Nejvíce se zachycuje glycerol a betain.
- Při frakcionaci na membráně OS-F-1000 jsou ztráty téměř stejné, tj. od 2 do 14%.
- Ke zkoncentrování látek prakticky nedochází. Jde pouze o odstranění nepatrného množství vysokomolekulárních látek (např. koloidů), které v bilanci nejsou zachyceny.
- Význam ultrafiltrace spočívá tedy jen v odstranění malého množství vysokomolekulárních látek, které jinak podstatně zhoršují zkoncentrování v dalším stupni - reverzní osmóze.

Tab. 4. Složení výpalků a frakcí po jejich ultrafiltraci (Membrána OS-F-100000, Osmota, SRN)

	Výpalky		Koncentrát (K ₁)		Permeát (P ₁)	
	Obsah [g.kg ⁻¹]		Obsah [g.kg ⁻¹]		Obsah [g.kg ⁻¹]	
	řídke v.	v suš.	v K ₁	v suš.	v P ₁	v suš.
Sušina	116,0	1 000	109,0	1 000	105,0	1 000
Popel	30,1	259,5	30,9	283,0	27,1	258,1
N-celkový	6,2	53,0	6,5	59,6	5,8	55,2
Redukující látky	3,4	25,0	3,6	33,5	3,3	31,3
Betain	21,2	182,7	23,5	216,0	15,0	142,8
Glycerol	27,5	237,1	22,3	205,0	25,4	241,9

Zahušťování melasových výpalků pomocí reverzní osmózy bylo prováděno na poloprodučním zařízení firmy APV opatřeném tubulárními RO membránami o "cut-off" 500. Řídké melasové výpalky zde byly zahuštěny z koncentrace 10 % hm. na 18 % hm. V tomto procesu bylo odstraněno 45 % veškeré vody, což jistě není z energetického hlediska zanedbatelná položka. V průběhu procesu RO docházelo k poměrně rychlému zanášení membrán a tím i snižování výkonu celého zařízení. Vzhledem k této skutečnosti by bylo vhodné před RO výpalky podrobit předúpravě, nejlépe ultrafiltrací. Toto uspořádání (UF

a RO) nebylo možno ověřit, protože nebyla k dispozici vhodná UF jednotka, kde by se získalo nejméně 100 l permeátu, který by byl dále zpracován RO. Získaný permeát v řadě kritérií předčí vodu z povrchových toků, a proto by měl být alespoň částečně recyklován v provozu.

Tab. 5. Složení frakcí po ultrafiltraci permeátu P₁ (Membrána OS-F-1000, Osmota, SRN)

	Koncentrát (K ₂)		Permeát (P ₂)	
	Obsah [g.kg ⁻¹]		Obsah [g.kg ⁻¹]	
	v K ₂	v suš.	v P ₂	v suš.
Sušina	104,3	1 000,0	102,5	1 000,0
Popel	27,0	258,9	25,0	243,9
N-celkový	5,1	48,9	4,9	47,8
Redukující látky	2,3	22,1	3,4	33,3
Betain	13,4	128,5	13,9	135,6
Glycerol	24,6	235,9	24,4	238,0

ZÁVĚR

Zpracování a likvidace lihovarských melasových výpalků stále zůstává i ve světovém měřítku značným problémem. Způsob řešení odpovídá technické úrovni dané země a s tím souvisejícímu stupni ekologického myšlení místního obyvatelstva. Proto se v tzv. rozvojových zemích aplikují melasové výpalky nejčastěji na závlahy polí a luk jako hnojivo nebo se přímo vypouštějí do vodních toků. Vyspělé státy se naopak snaží o maximální využití výpalků, nejčastěji pro výrobu bioplynu, a "vyčištění" odcházejících odpadních vod na takovou úroveň, která musí být díky velmi přísným nařízením o ochraně životního prostředí v řadě případů lepší, než je voda odebíraná z povrchových zdrojů. Vzhledem k těmto nárokům a obtížím s likvidací melasových výpalků je snaha nahradit melasu při výrobě ethanolu jinými surovinami, jejichž výpalky by se snáze zpracovávaly či likvidovaly.

LITERATURA

- JAKCMAN E.A.: Chem. Eng. (4), 230, 1977.
- COSTRA-RIBEIRO C., CASTELLO-BRANCO J.R.: Process Biochem. 16, 8, 1981.
- BÄRWALD G., LEE K.Y.: Branntweinwirtsch. 129, 146, 1989.
- MORIYAK., IEFUJII., SHIMOI., SATO S., TADENUMA M.: J. Ferment. Bioeng. 69, 138, 1990.
- KOSARIC N., WIECZOREK A., COSENTINO G. P., MAGEER J., PRENOSIL J. E.: Ethanol Fermentation. In: Biotechnology. Vol. 3. Ed. Dellweg H., New York, Plenum Press 1983, 257.
- OMOMO S., KANEKO Y., SIRIANUNTAPIBOON S., SOMCHAI P., ATTIASAMPUNNA P., NAKAJIMA I.: Agric. Biol. Chem. 51, 3339, 1987.
- WANG L.H., KUO Y.C., CHIANG C.Y., SANG S.L.: Rep. Taiwan Sugar Exper. Station, 90, 45, 1981.
- SKIBA J., ILLNICKA-OLRENNICZAK O.: Pract. Inst. Lab. Badaw. Przem. Spoz. 18, 93, 1968.
- BRAUN R., MEYRAITH J.: Branntweinwirtsch. 121, 102, 1981.
- GLANSER M., DVORACEK L., BAN S.L.: Wissenschaft u. Umwelt, 1, 42, 1985.
- KAMPF G., BEHRENS U., LEIBNITZ E.: Monatsber. Dt. Akademie d. Wiss. Berlin, 7, 878, 1965.
- CHUNG Y.T., HWANG P.T., WANG L.M., SANG S.L.: Rep. Taiwan Sugar Res. Inst. 81, 34, 1978.

- [13.] OKUBA H., TEZUKA T., TAKAO K.: Hokko Kyokaishi, 25, 76, 1967.
- [14.] BORIES A., RAYNAL L., BAZILE F.: Biological Wastes, 23, 251, 1988.
- [15.] SANCHEZ E., TRAVIESO L.: Biotechnol. Lett, 10, 521, 1988.
- [16.] SZENDREY L.M.: Proc. Third Int. Conf. Anaerobic Digestion, 13, Boston 1983.
- [17.] BRAUN, R., HUSS S.: Wat. Res. 16, 1167, 1982.
- [18.] CARRONDO M.J.T., SILVA J.M.C., FIGUEIRA M.I.I., GANHO R.M.B., OLIVEIRA J.F.S.: Water Sci Technol. 15, 117, 1983.
- [19.] BORIES A., VERRIER D.: Ing. Alim. Agric. 101, 493, 1984.
- [20.] GB patent 2 117 267 A, 1983.
- [21.] MLČUCHOVÁ E.: Diplomová práce, ÚKCHB VŠCHT, Praha 1989.

*Lektorovala Ing. J. Langpaulová
Do redakce došlo 21.8.1991*

Melzoch, K. - Rychtera, M. - Gwardys, S. - Kokuszko, Z. - Włodarczyk, Z.: Možnosti využití a likvidace melasových výpalků. Kvas. prům., 39, 1993, č. 5, s. 141 - 147

Zpracování a likvidace lihovarských melasových výpalků zůstává stále značným problémem v celosvětovém měřítku. Práce se zabývá jak přehledem a možnostmi zpracování melasových výpalků, tak vlastními výsledky autorů z biologického odbourávání tohoto odpadu produkcí biomasy s využitím kvasinek *Candida tropicalis* a *Trichosporon cutaneum*.

Diskutována je možnost aplikace membránových separačních metod - ultrafiltrace a reverzní osmosy.

Мелзох, К. - Рыхтера, М. - Гвардис, С. - Кокушко, З. - Влодарчик, З.: Возможности использования и ликвидации паточной барды. Квас. прум., 39, 1993, N 5, стр. 141 - 147

Переработка и ликвидация паточной барды в производстве спирта все остается значительной проблемой в общемировом

масштабе. Работа занимается как обзором возможностей переработки паточной барды, так и собственными результатами работы авторов по биологическому расщеплению этих отходов продукцией биомассы с использованием дрожжей *Candida tropicalis* и *Trichosporon cutaneum*.

Обсуждается и возможность применения мембранных методов сепарации - ультрафильтрации и обратного осмоса.

Melzoch, K. - Rychtera, M. - Gwardys, S. - Kokuszko, Z. - Włodarczyk, Z.: Possible Utilization and Liquidation of Molasses Slops. Kvas. prům. 39, 1993, No. 5, pp 141 - 147

The treatment and liquidation of molasses slops still make some difficulties all over the world. The article comprises a description of methods for molasses slops treatment as well as the experimental results of authors with its biological degradation using the yeast strains *Candida tropicalis* and *Trichosporon cutaneum*. Also an application of membrane separation processes (ultrafiltration and reverse osmosis) is discussed.

Melzoch, K. - Rychtera, M. - Gwardys, S. - Kokuszko, Z. - Włodarczyk, Z.: Möglichkeiten der Ausnützung und Liquidierung der Melasse-Schlempe. Kvas. prům., 39, 1993, Nr. 5, S. 141 - 147.

Die Verarbeitung und Liquidierung der Melasse-Schlempe aus Brennereien ist im Weltausmaß ein wichtiges offenes Problem geblieben. Die Autoren befassen sich nicht nur mit der Übersicht der Möglichkeiten in der Verarbeitung von Melasseschlempe, sondern auch mit den Ergebnissen eigener Forschungsarbeiten mit dem Biologischen Abbauen dieser Abfälle durch Biomasseproduktion und Ausnützung der Hefen *Candida tropicalis* und *Trichosporon cutaneum*.

Diskutiert wird auch die Möglichkeit der Applikation der Membran-Separationsmethoden - Ultrafiltration und Reversosmosose.