

Odpadní vody z průmyslů zpracujících melasu a možnosti jejich likvidace v ČSR

JIŘÍ BARTA, Československá akademie věd, biologický ústav, VRATISLAV GRÉGR, Vysoká škola chemicko-technologická, Praha

628.3:664.15 (437)

Směrnice pro vypracování třetího pětiletého plánu, vytyčené stranou a vládou a uveřejněné v deníku tisku dne 17. XI. 1959, určují problémy likvidace odpadních vod jako jeden z prvořadých úkolů pro náš průmysl.

Také hlavní zásady směrnic třetího pětiletého plánu rozvoje národního hospodářství, přednesené s. O. Šimůnkem na zasedání ÚV KSČ dne 23. X. 1959, staví otázku odpadních vod do popředí.

Je všeobecně známo, že odpadní vody z některých kvasných průmyslů představují nejen množství, ale zejména svým složením velmi nepříznivého činitele pro naše veřejné recipienty.

V kvasném průmyslu je ve většině případů hlavní surovinou melasa, která se po určité úpravě podrobí mikrobiálním procesům. Během procesů se však z melasy odstraní pouze cukry, malá část dusíku a nepatrné množství minerálií. Ostatní látky přecházejí potom do odpadních vod.

Všeobecně lze mít zato, že v odpadních vodách průmyslů zpracujících melasu jsou hlavně obsaženy:

organické látky dusíkaté: betain, bílkoviny, amidy, aminokyseliny

organické látky bezdusíkaté: organické kyseliny, tuky, alkoholy, glycerin, barviva, látky buničité a huminové

anorganické látky: anionty — sírany, chloridy, uhličitany, dusičnany, zbytky amonných solí a fosfátů

kationty — draslík, vápník, sodík.

K chemickému znečištění přistupuje potom i znečištění biologické.

Veškeré odpadní vody uvedeného druhu podléhají rychlému mikrobiálnímu rozkladu se všemi nepříznivými průvodními jevy. Přitom se uplatňují zejména skupiny bakterií: *Clostridium*, *Aerobacter*, *Lactobacillus*, *B. putrificans*, *Proteus*, *Desulfovibrio*, *Pseudomonas* atd.

I z tohoto, celkem neúplného výčtu látek je patrné, že jejich odstranění bude záležitostí obtížnou. Pro získání přehledu uvádíme některé parametry a možnosti likvidace odpadních vod u našich hlavních průmyslů, zpracujících melasu mikrobiální

cestou. Současně se zmiňujeme i o výsledcích, jichž u některých způsobů likvidace odpadních vod bylo dosaženo.

1. Výroba kyseliny citronové

(Chemické závody Julia Fučíka, n. p., Kaznějov)

Při výrobě kyseliny citronové vznikají v podstatě 4 druhy odpadních vod:

- louhy po oddělení citrátu vápenatého
- louhy po vypírání citrátu vápenatého
- louhy po rekrystalizaci a rafinaci kyseliny citronové
- mycí vody.

Odpadní vody, kterých zde vzniká ročně na 530 000 m³, vnášejí do veřejných toků 5 600 t balastních látek.

Kromě látek, charakterizujících celou skupinu odpadních vod kvasných průmyslů, mají tyto odpadní vody navíc zvýšený obsah redukcujících látek (nezkvasitelné cukry průměrně 0,5 %), organické kyseliny vázané ve formě vápenatých solí (kyselina glukonová, citronová atd.) a buničinu (zbytky plísňových mycelií).

Způsoby likvidace

Podle provedených komplexních šetření a výzkumů jsou navrženy dvě alternativy:

Alternativa A

a) Nejvíce zatížené odpadní vody (tj. louhy po oddělení citrátu vápenatého) s přibližně 9 % sušiny zahušťovat na několikačlenné odparce. Odpařené louhy spalovat.

b) Ostatní vody, které jsou méně zatížené, biologicky čistit v prvním stupni anaerobním pochodem (kombinované sírné kvašení) a ve druhém stupni dočistit aerobním způsobem (aktivace, biofiltrace).

Alternativa B

a) Nejvíce zatížené odpadní vody se bez ředění budou prokvášet bílkovinatými mikroorganismy (*Torula*), načež se až po prokvašení zahustí. Předpokládá se, že prokvašením *torulou* se získá cca 2 000 t bílkovinného krmiva ročně (po zvýšení kapacity v r. 1965).

b) Vody méně zatížené z citrokvašení, jakož i vody z vypírání *Toruly* apod., se budou čistit biologicky postupem podle alternativy Ab).

Z uvedeného je patrné, že způsoby likvidace odpadních vod z citrokvašení budou značně nákladné. Zařízení na likvidaci však musí být vybudováno, jelikož na něm je závislé další rozšiřování výroby.

Biologické čištění s anaerobním odbouráváním balastních látek

V roce 1954 byl v Chemických závodech Julia Fučíka, n. p. Kaznějov zaveden anaerobní způsob odbourávání balastních látek metodou kombinovaného sírného kvašení (Bárta, Grégr, Palivec — 1955, 1957). Do osmi plynotěsných komor o obsahu 570 m³ byly zavedeny kultury redukcujících sírnych bakterií (*Desulfovibrio desulfuricans*) se symbiotickými bakteriemi typu *Aerobacter*, *Proteus* a *B. putrificans*. Prívod odpadních vod do komorového systému byl kontinuální.

Náležitosti kvašení

Protože některé druhy odpadních vod z citrokvašení byly silně kyselé, bylo nutno korigovat pH vápenným mlékem na hodnoty 5,5–6,0. Deficit fosforečných živin byl vyrovnáván přidávkou 30–40 kg výluhu ze superfosfátu na 1000 m³ odpadních vod. Výluh ze superfosfátů se dává postupně a přímo do jednotlivých členů systému. Jelikož se při výrobě kyseliny citronové v průběhu celého technologického postupu odstraňuje železo kvantitativně pomocí žluté krevní soli, je nutno železo jako biogenní prvek přidávat ve formě odpadního FeSO₄ v množství 8–10 kg na 1000 m³ zpracovávaných odpadních vod. Sírán železnatý nepřidáváme nikdy současně s výluhem ze superfosfátu a obě složky dávkuje vždy nejméně 8 hodin po úpravě pH vápenným mlékem. Protože ke konci biologického čištění mají se při kvašení uplatňovat převážně redukcující sírné bakterie, vkládají se do posledních členů kvasného systému koše s odpadními železnými hoblinami, které ovlivňují příznivě redox potenciál prostředí pro *Desulfovibrio*. Kvašení vede při teplotách kolem 30 °C za stálého odsávání plyných zplodin (CO₂, H₂S, CH₄ a N). Doba procesu je 4–5 dní.

Dosažené efekty zčištění

Při práci podle popsaného postupu bylo dosaženo velmi dobrých průměrných čistících efektů, které uvádíme v tab. 1. Podle výsledků uvedených v tab. 1 se v systému komor s užitečným obsahem 570 m³ průměrně zpracovávalo 1766 m³ odpadní vody měsíčně, tj. 58,8 m³ denně, což odpovídá kvasné době 9 dnů. V pozdější době se však při stejných čistících efektech podařilo zvýšit množství zpracovávaných odpadních vod na 100 a špičkově i na 120 m³ denně.

Tabulka 1

Průměrné čistící efekty odpadních vod z citro-kvašení anaerobním kombinovaným sírným kvašením

Měsíc	Množství zpracovaných odpadních vod m ³	Čtyřhodinová zkouška manganistanem			BSK ₅			Organické látky (ztráta získáním mg/l)		
		přítok mg O ₂ /l	výtok mg O ₂ /l	efekt zčištění %	přítok mg O ₂ /l	výtok mg O ₂ /l	efekt zčištění %	přítok mg/l	výtok mg/l	efekt zčištění %
10	1420	7370	1505	79,6	—	—	—	31830	12140	61,86
11	1550	7264	1447	80,07	—	—	—	20275	9090	60,0
12	1729	10320	2148	79,03	—	—	—	25730	13806	46,7
1	1730	12400	2704	78,1	—	—	—	—	—	—
2	1690	13270	2710	78,8	—	—	—	—	—	—
3	2024	13079	2872	78,0	—	—	—	28460	17320	39,1
4	1916	14800	3607	75,6	19497	1713	91,2	—	—	—
5	1747	13514	3263	75,8	14866	3661	75,3	28600	16200	43,2
6	1820	10470	2480	76,3	21292	2887	86,4	21200	9800	53,8
7	1921	8332	1939	76,7	—	—	—	19000	10200	46,8
8	1770	8033	1842	77,6	14680	1754	88,0	—	—	—
9	1874	10726	2474	76,9	8983	4816	46,3	—	—	—
Průměr za 12 měsíců	1766	10790	2371	77,9	15863	2966	81,3	—	—	49,4

Spotřeba surovin a energie

Podle údajů závodu byla na základě celoročního průměru vypočtena tato spotřební norma pro vyčištění 1 m³ odpadních vod při dosažení efektů uvedených v tab. 1:

elektrická energie	0,046 kWh
pára	0,041 kg
vápno (jako CaO)	0,167 kg
FeSO ₄	0,015 kg
superfosfát	0,023 kg

Podle cen z roku 1955 činí surovinové náklady na vyčištění 1 m³ odpadních vod v anaerobním stupni 0,36 Kčs. Při automatizaci přítoku a úpravy pH je k obsluze zapotřebí 1 pracovní síla.

2. Výroba krmného droždí (Torula)

V současné době v ČSR vyrábí sušenou Torulu z melasy pouze závod Uničov na Moravě, který se touto výrobou zabývá od r. 1952. Již od zavedení výroby vyskytovaly se však ve veřejném toku i v okolí značné vodohospodářské a hygienické závady. Tyto závady byly způsobovány vypouštěním odpadních vod odstředěných prokvašených zápar, kterých při plné výrobě 45 q sušené Toruly za 24 hodin vznikalo 518 m³. Obsah škodlivých balastních látek byl v uvedených odpadních vodách značně vysoký a jejich BSK₅ se pohybovalo od 5 500—6 500 mg O₂/l. Protože odpadní vody takového charakteru nebylo možno vypouštět do veřejného toku, ve kterém byla malá vodnost (podle údajů 0,3 m³/s) a tok byl ještě znečištěn z výše položených průmyslových a hospodářských objektů (voda v toku již nad torulárnou je II.—IV. jakostní třídy), bylo zkoušeno vypouštět odpadní vody na cukrovarské kalové pole o rozloze 4,8 ha, odkud se měly průsakem přechřívovat. Na kalovém poli se však brzy zaneslo dno a odpadní voda velmi často přetékala do veřejného toku. Kromě toho nastávaly i značné hygienické závady, zvláště v letních a podzimních měsících, kdy odpadní vody podléhající hnilobnému rozkladu zamořovaly zápachem široké okolí závodu. Tyto okolnosti byly pak předmětem stálých stížností veřejných institucí a pracujících blízkého velkého průmyslového závodu. Dále bylo zde také nebezpečí rozmnožování mikroorganismů lidskému zdraví nebezpečných.

Proto byla výroba omezovala pouze na zimní měsíce a závodu bylo uloženo, aby v nejbližší době vybudoval účinné čisticí zařízení. Podle dosavadních zkušeností mělo být vybudováno kombinované biologické čištění (tj. anaerobie a aerobie-biofiltry).

Uvedená zařízení by představovala investici v hodnotě 5—6 miliónů Kčs, nezaručovala by však 100%ní vyčištění odpadních vod.

V letech 1958—1959 byl však pro závod vypracován nový technologický postup (Grégr, Barta, Dyr 1958, 1959), řešící výrobu Toruly bez odpadních vod na principu jejich recirkulace a zahuštění.

Výsledky s výrobou Toruly bez odpadních vod

Na základě výzkumných prací, provedených v letech 1953—1957, byly na VŠChT uskutečněny v r. 1958 čtvrtprůvozní pokusy a později téhož roku v závodě Uničov pokusy provozní, sledující vyřešení výrobního postupu tak, aby nevznikaly žádné odpadní vody, tj. zavést tzv. „suchou výrobu“. Podle výsledků provozních pokusů, jakož i podle výsledků normální výroby v r. 1959 můžeme uvedený postup považovat za vyřešený. Protože však poznatky o novém způsobu jsou předmětem samostatné publikace, omezíme se pouze na některé znaky postupu a na dosažené výsledky.

Principem nové metody výroby Toruly bez odpadních vod je recirkulace odstředěných zápar, které se vracejí do kvasného procesu místo ředící vody. Vracení se provádí do té doby, až vracené odstředěvané zápary dosáhnou hustoty, při níž je již ekonomické zahušťování na několikastupňové odparce. Tato hustota bývá kolem 6 °Bg a je limitována systémem větrání a kontaminací.

Účinnějším větráním než starým trubkovým systémem (který byl při pokusech a v provozu používán) a omezováním kontaminace pasterací, popříp. odstředěním na kalové odstředivce je možno dosáhnout hustot odstředěných zápar 9—10 °Bg, jak bylo ve čtvrtprůvozním měřítku prokázáno (Grégr, Barta, Zajíc 1959).

Kvasný proces se vede polokontinuálně a doba cyklu, kdy je dosaženo hodnot kolem 6 °Bg vracené odstředěné zápary, je 40—50 hodin. Cyklus je rozdělen na dvě části. V první části dávujeme cukr v melase tak, aby se přidávalo hodinově na 100 hl vracené odstředěné zápary 180 kg cukru. Ve druhé části snižujeme přidávaný cukr na 125 kg a ke konci až na 60 kg. V této fázi hluboko využíváme necukerných komponent melasy a dosahujeme zvyšování výtěžnosti (sušiny Toruly na polarizační cukr). Současně snižujeme též živiny N a P látkami. Ke konci cyklu přidáváme malá množství sody, aby se vázaly volné těkavé kyseliny a zneutralizovaly odpadní vody. Obsah celé káde odstřeďujeme, přivádíme do zásobníku a odpařujeme v několika-stupňové odparce na přibližně 40 °Bé (75 °Bg). Za-

Tabulka 2

Výsledky provozních pokusů s vracením odstředěných zápar při výrobě Toruly

Číslo pokusu	Zpracovaný cukr		Počet přítoků	Cukru v přítoku celkem kg	Vraceno zápar celkem hl	Kvasničná sušina průměr g/l	Výtěžnost	
	celkem kg	v přítocích kg					celková %	v hlavním kvašení*) %
71	8801	7543	46	166,8	5530	7,56	47,7	51,1
79	5348	4285	35	122,4	4390	6,38	52,4	57,5
80	5812	4690	34	137,9	4340	8,21	61,3	65,6
85	5489	4364	36	120,7	4480	7,37	60,2	67,3
86	4699	3576	37	96,7	4280	5,40	49,2	61,4
87	5792	4613	30	153,0	3900	8,45	56,9	60,5

*) Výtěžnost v odběrech bez započtení iniciální fáze, tj. rozkvašení káde (výtěžnost počítaná na polarizační cukr).

huštěné odpadní vody dále zužitkujeme např. v Draslovce podobně jako lihovarské melasové výpalky.

Pro informaci uvádíme výsledky několika provozních pokusů v tab. 2.

Výsledky provozních pokusů byly v průběhu r. 1959 ověřeny v normální výrobě, ve které bylo dosaženo stabilizace i rentability výroby při dodržení stávajících technicko-hospodářských ukazatelů přesto, že zařízení nebylo zcela vyhovující (nedostatečné větrání, nevyhovující kvasné kádě, zápary nebyly pasterovány, málo vydatné chlazení atd.).

Zavedením nového technologického postupu změnilo se proti dřívějšímu i vodní hospodářství závodu. V tab. 3 uvádíme spotřeby vody pro jednotlivé stanice při způsobu dřívějším a při výrobě nově zavedené.

Jak je patrné z tab. 3, zvýšila se u nového způsobu celková spotřeba vody při chlazení v kvasírně o 4,9 l/s a na nové odpařovací stanici o 10 l/s. Oproti tomu však se snížila spotřeba vody v kvasírně o 5,2 l/s a při přípravě záparů o 0,4 l/s. Je rovněž patrné, že závadné odpadní vody vůbec nevznikají.

3. Výroba pekařského droždí

Odpadní vody z droždářen můžeme dělit podle druhu na tyto skupiny.

- výpalky nebo odstředěné zápary
- vody prací z vypírání kvasinek
- vody mycí a od lisů
- vody chladicí.

Je samozřejmé, že první druh odpadních vod bude nejzávadnější. Podle průměrných analys se jeho BSK₅ pohybuje kolem 6 000–8 000 mg O₂/l a sušina 6–8 g/l. Kromě látek vyznačených již v úvodu je zaznamenáván zvýšený obsah síranů pocházejících ze síranu amonného a kyseliny sírové.

Způsoby likvidace

Vcelku možno říci, že zneškodňování odpadních

vod droždářských nebylo dosud hospodárně vyřešeno. Veškeré známé způsoby čištění jsou buď velmi málo účinné neb investičně a provozně drahé.

Ze známých způsobů podáváme stručný přehled principů:

a) čištění chemické srážením neb čerením, např. vápnem, síranem hlinitým a síranem železitým. Odstraňuje balasty z 10–25 % při značné spotřebě čeridel.

b) způsoby filtrační, mechanické, např. pískovými filtry jsou velmi málo účinné a odstraňují pouze hrubší nerozpustné balastní látky,

c) způsoby absorpční, např. za použití iontoměničů jsou dosud málo opracované a zdají se být provozně drahé (rychlost zanášení, regenerace, různorodost látek přítomných ve vodách),

d) odpařování je velmi účinný způsob likvidace, ale při dosavadních velkých zředěních odpadních vod energeticky velmi nákladný.

Použití technologického postupu obdobného jako byl vypracován pro výrobu Toruly, je sice výhledové, ale není okamžitě možné a vyžaduje delšího výzkumu, neboť požadavky na finální výrobek jsou odlišné.

e) Kombinát droždárna-tolurárna, kde je uvažováno použít odpadních vod z droždárny jako ředicí vody pro Torulu. Tyto vody pak recirkulovat a zahustit. Nutno však uvážit otázky kontaminace droždí.

f) Závlahy jsou sice účinné způsoby, avšak pouze pro určitou část roku a nutno mít k dispozici dostatečnou plochu propustné půdy. Podle zkušeností se při malé ploše půda rychle zanáší hnilivým kalem.

g) Biologické rybníky nepadají v úvahu pro potřebu enormě velkých ploch.

h) Biologické filtrace jsou způsoby účinné, avšak investičně drahé. Je zapotřebí velkého množství ředicí vody, kterou závody nemají k dispozici. Účinnost rovněž je omezena na část roku.

i) Aktivace a jiné oxydativní biologické způsoby jsou málo účinné, dlouhodobé a provozně i investičně velmi drahé.

k) Anaerobní biologické způsoby jsou nejúčinnějšími čistícími pochody, zvláště když jejich účinek je zesílen jednoduchou biofiltrací. Na tomto principu jsou založeny veškeré dosud používané čistící způsoby, např. v Dánsku, Švédsku, NSR, USA atd. Při uvedených způsobech získává se hořlavý plyn. Z anaerobních způsobů se nejlépe osvědčily metody Rudolfsa a Trubnicka aplikované v Old Bridge droždárny Anhauser-Buschovy

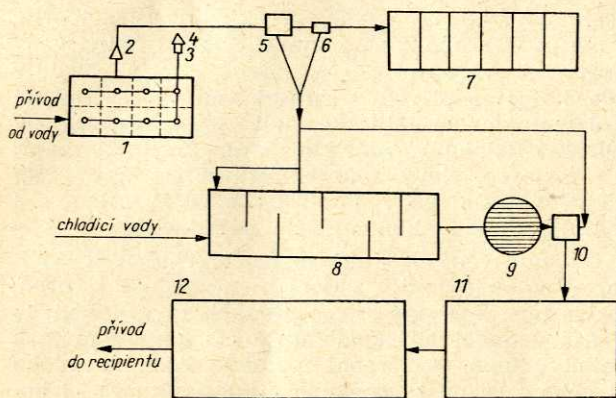
Tabulka 3

Spotřeba vody v jednotlivých výrobních stanicích při výrobě Toruly klasickým způsobem a bez odpadních vod

Výrobní stanice	Způsob výroby Toruly			
	klasický		bez odpadních vod	
	spotřeba vody l/s	poznámka	spotřeba vody l/s	poznámka
Vaření melasové záparů (odpadní vody závadné)	0,4	Hustá melasa částečně zředěna a vařena za přítomnosti čeridel. Vypadlý kal do odpadních vod	—	Čerstvá voda se nepoužívá, k ředění husté melasy se vrací voda po odseparování kvasnic
Kvasárna (včetně propagace) (odpadní vody závadné)	6,1	Vařená melasa dále ředěna na 1,8 °Bg. Kvašeno polokontinuálně. Veškerá voda po prokvašení a odseparování kvasnic do odpadních vod	0,9	Čerstvá voda se používá pouze omezeně, tj. k přípravě kultur a k rozkvašení. Voda recirkuluje a ke konci cyklu po odstranění kvasnic jde do odparky
Chlazení v kvasírně (odpadní vody nezávadné)	6,5	Vody se používá k ochlazení obsahu kádí při hlavním kvašení	11,4	Mimo chlazení během kvašení se chladí i vracená recirkulovaná voda (účinným chlazením lze spotřebu snížit)
Mytí provozoven a zařízení (odpadní vody nezávadné)	0,2–0,3	Mytí podlah, kvasných kádí, stěn, odstředivek atd.	0,2–0,3	Mytí podlah, kvasných kádí, stěn, odstředivek atd.
Laboratoř a hygienická zařízení (odpadní vody nezávadné)	0,035	—	0,035	—
Chlazení kompresoru (odpadní vody nezávadné)	0,75	—	0,75	—
Barometrická kondensace na odparce pro likvidaci odpadních vod (odpadní vody nezávadné)	—	—	10,0	Používá se říční vody

(USA) a způsob sirného kvašení zaváděný v drožďárně Libáň. Způsoby anaerobní jsou však rovněž investičně drahé, i když jsou, jak již bylo řečeno, neúčinnější.

Pro závod Libáň, ležící na mimořádně malém veřejném toku, je v rekonstrukci starší čistící zařízení, jehož schematické uspořádání uvádíme na obr. 1.



Obr. 1. Anaerobní biologický způsob čištění odpadních vod v drožďárně

1 — systém anaerobních komor, 2 — odplynovací věž, 3 — odvod plynu, 4 — spalování plynu (hořák), 5 — koagulace kalu, 6 — dohušťování kalu, 7 — kalová pole, 8 — oxidační směsný rybník (vylučování CaCO_3), 9 — biologický filtr, 10 — usazování kalu z biofiltru, 11 — biologický rybník s vyššími formami života (řasy, plankton), 12 — biologický rybník s nasadou méně náročných ryb.

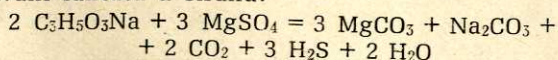
Jak je ze schématu patrné, jedná se o značně složitý princip, ale zde nutno vzít v úvahu, že závod leží na mimořádně malém veřejném toku a že odpadní vodu nutno zčistit z více jak 90 %. Kromě toho má uvedená čistírna fungovat jakožto pokusný objekt.

1) Společné čištění s městskými odpadními vodami je nejvhodnější ze všech způsobů všude tam, kde jsou pro to předpoklady. Z mnoha důvodů je však nejvýhodnější přivádět uvedenou vodu přímo do anaerobního článku městské čistírny a zpracovávat je společně při vyhánění kalu. Tato alternativa bude pravděpodobně uskutečněna u drožďárny Kolín.

Dosavadní výsledky s anaerobním odbouráváním balastních látek

Při řešení otázek čištění odpadních vod drožďářských biologickými pochody (Barta, Grégr 1952, 1956) hledaly se zejména mikroorganismy, které by nejlépe dokázaly odbourávat balastní látky z melasy, studovaly se jejich optimální růstové podmínky atd. Sledoval se cíl, aby pochody, které v přírodě probíhají samovolně, byly zkráceny na technologicky únosnou dobu, tj. aby ze stavu neovládatelného spontánního mikrobiálního pochodu byly převedeny na kvašení vyznačující se všemi technologickými náležitostmi, čímž se má dospět k řízení kvalitativní i kvantitativní destrukci balastních látek, obsažených v odpadních vodách.

Výzkumem se prokázalo, že lze s úspěchem použít anaerobních bakteriálních pochodů, v nichž se převážně uplatňují redukující sirné bakterie (*Desulfovibrio desulfuricans*, *Rubencikii*) a beta-inoštepné bakterie typu *Clostridium*, *Proteus* apod. Úloha redukujících sirných bakterií je velmi významná, jelikož redukují nejen přítomné kyslíkaté sloučeniny síry za vzniku sirovodíku, ale jsou schopny anaerobně oxydovat i hlavní podíl přítomných organických látek, které jim slouží jako donátory vodíku. Příkladem toho je rovnice odbourávání laktátu a síranů:



Způsob za aplikace redukujících sirných bakterií byl provozně přezkoušen při čištění odpadních vod v závodě drožďárna Libáň v r. 1953—1954 (Barta, Grégr — 1953, 1956). Do osmi přizpůsobených plynotěsných anaerobních komor byly zavedeny kultury beta-inoštepných bakterií (prvé 3 komory) a kultury bakterií rodu *Desulfovibrio*. Přívod odpadních vod (odstředěné záparý, výpalky a prací vody) do systému byl kontinuální.

Náležitosti kvašení

pH odpadních vod ani jejich teplotu nebylo nutno upravovat. Také se nejevila žádná potřeba přidavku fosforečných živin, jelikož zbytkové fosforečné látky z výroby droždí dostačovaly. Za účelem příznivého ovlivnění redukčně-oxidačního potenciálu prostředí byly do posledních pěti komor přidávány železné hobliny umístěné v dřevěných koších. Během procesu je nutno stále odsávat vznikající plyné zplodiny (12—15 % H_2S , 10—20 % CO_2 , 30—40 % CH_4 , 0—5 % H_2 a zbytek N_2) tak, aby kvašení probíhalo ze slabého podtlaku. Jakýkoliv přístup vzduchu je škodlivý. Doba procesu odbourávání balastů je 48 hodin při teplotě 30—40 °C.

Dosažené efekty zčištění

V anaerobním článku se dosahuje průměrného odbourávání organických látek 60 %, dusíku beta-inoštepného 93 %, síry celkové 85 %, síry síranové 90 % a BSK₅ 80 % z původního složení: organické látky 3400—4100 mg/l, dusík beta-inoštepný 185—205 mg/l, síra celková 1120—1300 mg/l, síra síranová 990—1080 mg/l, BSK₅ 5500—6000.

Při zpracování 400—500 m³ odpadních vod uvedeného složení vzniká při anaerobním rozkladu 700—1000 m³ kvasných plynů s obsahem 12—15 % H_2S , 10—20 % CO_2 , 30—40 % CH_4 0—5 % H_2 ; zbytek je tvořen dusíkem.

Přes vysoký stupeň odbourání balastních látek není možno, zejména u závodů položených na malém toku, vypouštět odpadní vodu z anaerobního stupně přímo. Proto např. u závodu drožďárna Libáň je navrhováno odstraňování bakteriálních buněk čerpením vápenným mlékem (změnou pH i změnou isoelektrického bodu) do pH cca 8,5, na tomto stupni se dosáhne zlepšení z cca 1500 na 1200 mg O_2 /l. Voda zbavená bakteriálních buněk se přivádí do tzv. oxidační nádrže, ve které se rozstříkuje a mísí s chladicími vodami v poměru 1:1. V této nádrži se vylučuje a usazuje uhličitán vápenatý. Z oxidační nádrže přichází voda na rychlofiltry, na kterých se dále BSK₅ snižuje na 40—50 mg O_2 /l. Z biofiltrů prochází voda prvním rybníkem s vyššími mikrobiálními typy (řasy, protozoa) a i s planktonem. Zde se BSK₅ snižuje tak, že ve druhém rybníku mohou být chovány již ryby. Z druhého rybníku přichází voda prověřená přirozeným „rybími testem“ do veřejného toku.

4. Výroba melasového lihu

Vcelku možno říci, že při dodržování technologických postupů v melasových lihovarech vzniká ve srovnání s drožďářským průmyslem nepatrně závadných vod. Hlavním předpokladem pro to je samozřejmě dostatečně dimensovaná odparka. Znečištěné odpadní vody vznikají zde pouze z mytí podlah, provozního zařízení při vyvažování odparů. Při mytí kvasných kádí nutno počítat s tím, že usazené nánosy (kvasinky, bílkoviny) musíme rovněž přivádět na odparku, jelikož jejich bílko-

vinný charakter by v toku způsobil závady. Odpadní vody závodu, u kterého je přidružena potašárna, mohly by být o něco závadnější, protože mají vyšší obsah minerálií.

5. Výroba kyseliny mléčné

Při výrobě kyseliny mléčné z melasy závisí charakter odpadních vod na způsobu výroby. Při postupu, kdy vyrábíme technickou kyselinu mléčnou, jako např. v závodě Hulín, nám vzniká poměrně velmi málo chemicky znečištěných odpadních vod. Jsou to hlavně vody z mytí podlah a zařízení.

Při výrobě kyseliny mléčné potravinářské, jako je např. v závodě Sered, vzniká značné množství závadných odpadních vod, které obsahují hlavně zbytky melasy a různé soli kyseliny mléčné (hlavně vápenatou sůl). Odpadní vody jsou tedy tvořeny převážně matečnými louhy z rekrystalizace mléčnanu vápenatého. Nejvýhodnější likvidací je tyto vody zahustit a zahuštěný produkt používat jako technickou kyselinu mléčnou (např. pro vyvažování odparek). Jinak v tomto případě je otázka značně speciální a vyžadovala by zvláštního řešení.

Závěr

V pojednání je podáván přehled odpadních vod z průmyslů zpracujících melasu kvašením. Jsou zmíněny možnosti likvidace nejvíce zatížených odpadních vod. Nejvíce zatížené odpadní vody z výroby kyseliny citronové se budou zpracovávat na výrobu krmného droždí (Torula) a posléze zahušťovat. Ostatní silně zatížené odpadní vody možno likvidovat metodou kombinovaného sirného kva-

šení, kterou se dosahuje podle ročního průměru efektu odbourání balastních látek, vyjádřeno 4hodinovou zkouškou manganistanem, z 78 % a BSK₅ 81 %.

Likvidace odpadních vod z výroby krmného droždí (Torula) byla vyřešena zavedením nového technologického postupu, při kterém jsou odstředěné prokvašené záparsy vraceny místo ředící vody zpět do výroby. Po dosažení určité hustoty (6–8 °Bg) se přivádí recirkulovaná zápara na nēkolikastupňovou odparku, kde se zahušťuje. Zahuštěné odpadní vody se dále zužitkují např. v Draslavce. Nový způsob, při kterém nevznikají žádné odpadní vody, je již zaveden do provozu a vyhovuje všem ekonomickým požadavkům.

Odpadní vody drožďařské je nejvýhodnější likvidovat v anaerobních článcích městských čistíren, všude tam, kde jsou pro to předpoklady. Biologické způsoby anaerobní kombinované s aerobními jsou velmi účinné. Anaerobní metodou kombinovaného sirného kvašení se dosáhne v kontinuitě za 48 hodin zčištění vyjádřené hodnotou BSK₅ ze 70 % za současného odbourání síranů z 90–95 %.

Pro jeden závod byl vypracován projekt, který je ve výstavbě, kde se v anaerobním článku používá metody sirného kvašení.

Literatura

- Barta J., Grégr V., Palivec A.: Voda, 9, 245, 1957.
Grégr V., Barta J.: Závěrečná zpráva MCHP, 1955.
Grégr V., Barta J., Zajíc K.: Závěrečná zpráva MPP a VŠCHT, 1959.
Grégr V., Barta J., Dyr J.: Čs. pat. PV-6847/58.
Barta J., Grégr V.: Závěrečná zpráva MPP a VÚKP, 1952.
Barta J., Grégr V.: Voda 35, 5, 1956.

Došlo do redakce 2. 12. 1959.

ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННОЙ ВОДЫ НА ЧЕХОСЛОВАККИХ ЗАВОДАХ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МЕЛАССУ

После краткой характеристики разных видов отработанной воды, встречающихся на заводах обрабатывающих мелласу, автор рассматривает реальные возможности обезвреживания наиболее загрязненных и утрупжающих местность вод. Приводятся подробное описание успешно внедренных методов очистки принятых на заводах выпускающих лимонную кислоту и кормовые дрожжи. Предлагается система обезвреживания применимая на всех дрожжевых заводах.

ABWÄSSER IN DER MELASSEVER- ARBEITENDEN INDUSTRIE UND MÖGLICHKEITEN IHRER LIQUIDIE- RUNG IN DER ČSR

Nach einer kurzen Übersicht der Abwässer aus der melasseverarbeitenden Industrie werden die Möglichkeiten der Liquidierung der am stärksten verunreinigten Abwässer erörtert. Die bereits ausgearbeiteten Methoden der Abwässerreinigung bei der Zitronensäure- und Futterhefeherstellung werden beschrieben und auch die Methode zur Liquidierung der Abwässer aus Hefefabriken wird angeführt.

PROBLEMS OF WASTE WATER DIS- POSAL IN CZECHOSLOVAK FERMENT- ING INDUSTRY PLANTS USING MO- LASSES

After a brief characteristic of various kinds of waste water to be dealt with in fermenting industry using molasses as raw material the author analyses disposal methods and suggests some economic processes to be applied to heavily infested water. Detailed information is given of installations now in use with good results in plants manufacturing citric acid and food yeasts. A method suitable for every yeast plant is discussed and recommended.

Čs. společnost chemická při ČSAV

ve spolupráci s

Palackého universitou a Čs. vědeckotechnickou společností

uspořádají ve dnech 31. srpna až 3. září 1960 v Olomouci

celostátní chemický sjezd

Na pořadu budou souborné a původní přednášky z oboru

chemie přírodních látek rostlinného a živočišného původu — určování konstituce organických sloučenin moderními metodami — kvasná chemie — chemicko-technologické postupy z hlediska hygieny a bezpečnosti práce.

Součástí programu sjezdu bude též prohlídka významných chemických závodů v okolí Olomouce, jakož i významných přírodních a historických míst v kraji.

Za přípravný výbor

Olomouc, Lidická 8

Prof. ScDr. Fr. Šantavý,
předseda