

# Bioinženýrská charakteristika sulfitových výluhů

## II. Rychlost přenosu kyslíku a kultivační testy

Ing. JAN PÁCA, CSc., VŠCHT, katedra kvasné chemie a bioinženýrství, Praha

Ing. PETR KUJAN, Ing. VÍT MATĚJČ, Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha

### Úvod

Problematika výroby kvasničné biomasy souvisí mimo jiné i s dodávkou kyslíku buněčné populaci, neboť kyslík slouží v průběhu mikrobiálních procesů nejen jako finální akceptor elektronů, ale i jako jedna z živin.

Vzhledem na současný celosvětový deficit bílkovinně hodnotných krmiv v důsledku nedostatku surovin je třeba zaměřit pozornost na odpadní substráty obsahující cukerné látky. Mezi tyto substráty patří i sulfitové výluhy, které se již delší dobu používají pro výrobu sulfitového lihu a v poslední době i k výrobě mikrobiální biomasy.

Cílem této studie bylo zjistit změny objemového koeficientu přenosu kyslíku v kalcium- a natrium-bisulfito-

vých výlužích v závislosti na koncentraci rozpuštěné sušiny a při zvýšení obsahu solí v důsledku neutralizace a dodávky nezbytných živin a ethanolu pro další mikrobiální zpracování. Kromě toho byly ověřeny i základní růstové charakteristiky kvasinky *Candida utilis* v kontinuální kultivaci na novém typu natrium-bisulfitových výluhů.

### Materiály a metody

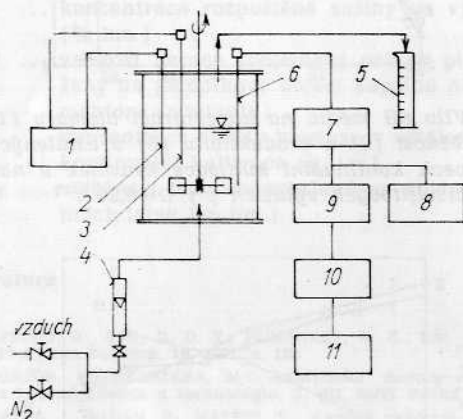
Měření objemového koeficientu přenosu kyslíku bylo provedeno v natrium-bisulfitových výlužích z dvoustupňového varního procesu s odvařováním asi na 52 % nebělené celulosy od firmy MoDo Cell (Domsjö, Švédsko) a v kalcium-bisulfitových výlužích s odvařováním asi na 50 % výtěžnost celulosy z JIP, n. p., Větrní.

Žádané koncentrace rozpuštěné sušiny v použitých výlužích se získaly zahuštěním na vakuové odparce, resp. zředěním vodovodní vodou.

Natrium-bisulfitové výluhy se neutralizovaly uhličitěm sodným a kalcium-bisulfitové výluhy amoniakovou vodou na pH 4,5. Původní hodnota pH u natrium-bisulfitových výluhů činila pH 2,3 a u kalcium-bisulfitových výluhů pH 1,6.

Přídavek živin nezbytných k růstu kvasničné biomasy byl u obou použitých výluhů stejný. Použilo se přídavku 5,7 g/l  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0,5 ml 85 %  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 0,87 g/l  $\text{KCl}$  a 0,38 g/l  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Kromě toho se jako další zdroj uhlíku a energie pro růst biomasy použilo přídavku 24 g/l syntetického ethanolu.

Měření koeficientu  $K_{LA}$  bylo provedeno v laboratorním fermentoru o celkovém objemu 2,5 l, v pracovním objemu 1,7 l. Vnitřní průměr fermentoru činil 130 mm, průměr míchadla byl 60 mm. Míchadlo bylo umístěno 54 mm ode dna fermentoru. Fermentor byl opatřen 4 míchacími záložkami šířky 12 mm. K míchání se použilo diskového turbínového míchadla se šesti rovnými přímými lopatkami. Pokusy se prováděly při aeraci 1 VVM, teplotě 32,5 °C a frekvenci otáčení míchadla 600  $\text{min}^{-1}$ . Schéma zapojení fermentoru pro měření koeficientu  $K_{LA}$  je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1. Schéma zapojení fermentoru

1 — regulátor teploty, 2 — odporový teploměr, 3 — topný článek, 4 — rotametr, 5 — odměrný válec na jímání pěny, 6 — kyslíková elektroda, 7 — analyzátor rozpuštěného kyslíku, 8 — zapisovač Radelkis OH-814/1, 9 — analogo-digitální převodník, 10 — výstupní záznamová jednotka VD ČSAV, 11 — děrovač dat.

K měření změn koncentrace rozpuštěného kyslíku bylo použito analyzátoru Oxymetr s Pt-Ag/AgCl elektrodou krytou polypropylenovou membránou o tloušťce 12  $\mu\text{m}$ . Měřené hodnoty byly registrovány zapisovačem typu OH-814/1 (Radelkis, Maďarsko) a paralelně univerzálním měřičem a výstupní záznamovou jednotkou (Vývojové dílny ČSAV, Praha) děrovány do pásky v dálkopisném kódu CCIT 2.

Kyslíková elektroda byla kalibrována za stejných hydrodynamických podmínek v destilované vodě. Podobně byla snímána i rychlost odezvy na skokovou změnu, a to vždy po třech měřeních.

Pro měření koeficientu  $K_{LA}$  bylo použito statické metody s korekcí na rychlost odezvy elektrody [1]. Vlastní postup řešení však byl modifikován. Výpočty byly provedeny na počítači Tesla 200.

Kultivační pokusy byly provedeny v laboratorním fermentoru typu LF-2 (Vývojové dílny ČSAV, Praha) v pracovním objemu 2 l při frekvenci otáčení míchadla 800  $\text{min}^{-1}$ , aeraci 1,5 VVM a teplotě 32 °C. Použitým mikroorganismem byla provozní kultura *Candida utilis* z n. p. Vratimovské papírny. Kultura byla uchovávána na šik-

mém s'adinovém agaru. Inokulum bylo získáno kultivací na třepačce ve stejném médiu a při téže teplotě. Kultivace byly prováděny v natrium-bisulfitových výlužích s přídavkem uvedených živin a s přídavkem 500 ml syntetického ethanolu na litr výluhu.

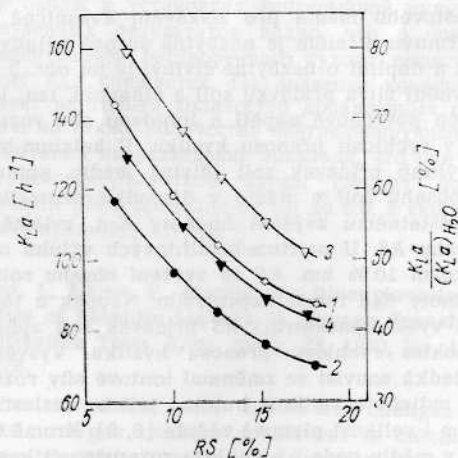
Sušina biomasy byla stanovena gravimetricky. 5 ml vzorku bylo odstředěno, dvakrát promyto destilovanou vodou a sušeno 1 h při 70 °C a 2 h při 105 °C.

Obsah redukujících látek byl stanovován Schoorlovou metodou [2].

Stanovení rozpuštěné sušiny ve výlužích se provádělo gravimetricky [3].

### Výsledky a diskuse

V první části této studie byl stanovován koeficient  $K_{LA}$  v různě upravených kalcium- a natrium-bisulfitových výlužích. Na obr. 2 je uvedena závislost vlivu koncentrace rozpuštěné sušiny v neupravených výlužích na změny koeficientu  $K_{LA}$  a na změny poměru koeficientu přenosu kyslíku ve výlužích a v destilované vodě. Jak vyplývá z obr. 2, s růstem koncentrace rozpuštěné sušiny hodnoty koeficientu  $K_{LA}$  výrazně klesají v obou typech výluhů. Rozsah koncentrace RS v rozsahu asi 7 až 18 % hm. byla zvolena proto, že se s ní uvažuje pro praktickou kultivaci kvasinek na sulfitových výlužích zředěných určitým podílem vypírácích vod. Při vyjádření rychlosti přenosu kyslíku v absolutních hodnotách  $K_{LA}$  při změně koncentrace RS ze 7 na 15,35 % u natrium-bisulfitových výluhů zjištěn pokles hodnoty  $K_{LA}$  asi o 36 %. U kalcium-bisulfitových výluhů byl pozorován pokles hodnoty  $K_{LA}$  při vzrůstu sušiny z 6,6 na 18,04 % asi o 42 %. Porovnáním poměrného poklesu  $K_{LA}/(K_{LA})_{\text{H}_2\text{O}}$  u obou typů výluhů v rozsahu uvedené sušiny však byl zjištěn téměř stejný pokles, a to asi o 22 %.



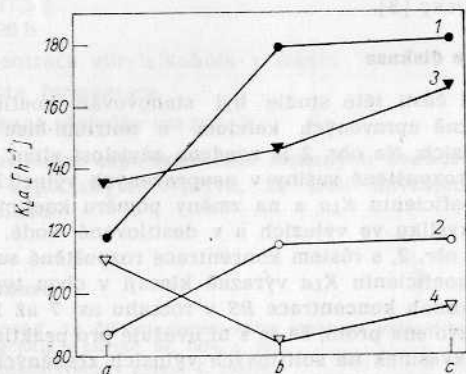
Obr. 2. Vliv koncentrace rozpuštěné sušiny v neupravených výlužích na změny v rychlosti přenosu kyslíku

Hodnoty  $K_{LA}$  a: 1 — kalcium-bisulfitové výluhy, 3 — natrium-bisulfitové výluhy.

Hodnoty poměru  $K_{LA}/(K_{LA})_{\text{H}_2\text{O}}$  v: 2 — kalcium-bisulfitové výluhy, 4 — natrium-bisulfitové výluhy.

Výsledky v obr. 2 ukazují, že rychlost přenosu kyslíku v obou typech výluhů je podle koncentrace RS v rozsahu 65 až 35 % hodnoty  $K_{LA}$  zjištěné za stejných podmínek míchání a aerace v destilované vodě. Z těchto hodnot je patrné, že rychlost přenosu kyslíku je daleko výrazněji ovlivněna změnami fyzikálně chemických parametrů média než změnou dynamické viskozity, která byla v tomto rozsahu koncentrace RS téměř zanedbatelná [3]. Zajímavé je zjištění, že při pH 2,3 je v natrium-bisulfitových výlužích hodnota  $K_{LA}$  v celém sledovaném rozsahu kon-

centrací RS vyšší než v kalcium-bisulfitových výluhích, kde hodnota pH je 1,6. Tato skutečnost je bezpochyby podmíněna druhem a množstvím použitých solí a kromě toho i technologickým procesem vaření dřevné hmoty. Z hlediska rychlosti jednotkového převodu hmoty je na základě získaných výsledků zřejmé, že pro dosažení stejného hmotového toku (ve srovnání s hodnotou získanou v destilované vodě) je při stejné hnací síle převodu hmoty nutno ve sledovaném rozsahu koncentrace RS počítat při návrhu fermentačního zařízení s hodnotou  $K_{LA}$  o 35 až 65 % vyšší.

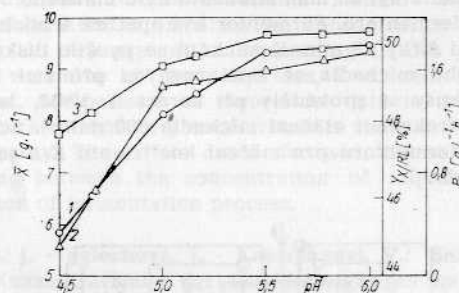


Obr. 3. Vliv přidavku živin a ethanolu do výluhů na změny koeficientu  $K_{LA}$ .

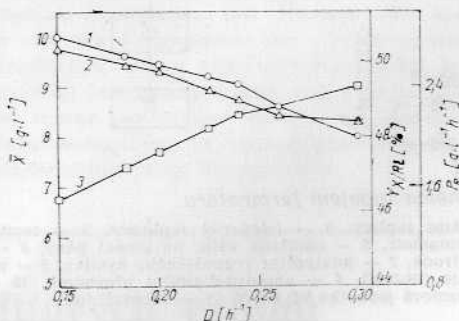
a — neupravené výluhy, b — neutralizované výluhy na pH 4,5 s přidavkem živin, c — neutralizované výluhy na pH 4,5 s přidavkem živin a ethanolu  
Kalcium-bisulfitové výluhy: 1 — 9,96 % hm., 2 — 18,04 % hm. RS. Natrium-bisulfitové výluhy: 3 — 10,87 % hm. RS, 4 — 15,35 % hm. RS.

Vzhledem k tomu, že pro využití sulfitových výluhů jakožto růstového média pro získávání kvasničné biomasy ke krmeným účelům je nezbytné surové výluhy neutralizovat a doplnit o nezbytné živiny, je na obr. 3 uvedeno porovnání vlivu přidavku solí a ethanolu, tzn. látek ovlivňujících povrchové napětí a iontovou sílu roztoku, na změny v rychlosti přenosu kyslíku. U kalcium-bisulfitových výluhů přidavek solí (živin) média, spolu se zvýšením obsahu solí v médiu v důsledku neutralizace vede k podstatnému zvýšení hodnoty  $K_{LA}$ , zvláště při nižším obsahu RS. U natrium-bisulfitových výluhů obsahujících kolem 10 % hm. RS se zvýšení obsahu solí na změně hodnoty  $K_{LA}$  téměř neprojevovalo. Naopak u těchto výluhů při vyšší koncentraci RS přidavek solí způsobil asi 15 % pokles rychlosti přenosu kyslíku. Vysvětlení těchto výsledků souvisí se změnami iontové síly roztoku [4], která ovlivňuje velikost bublin, jejich koalescenci [5–7] a tím i velikost plynové zadržky [6, 8]. Kromě toho obsah solí v médiu vede i k poklesu rozpustnosti kyslíku ve vodném roztoku [9]. Naopak přidavek ethanolu do média výrazně zvýšil hodnotu  $K_{LA}$  u natrium-bisulfitových výluhů, zatímco u kalcium-bisulfitových výluhů se jeho účinek na  $K_{LA}$  neprojevil. Ethanol ovlivňuje povrchové napětí, které souvisí také s koalescencí bublin [8]. Odlišné chování z hlediska změn  $K_{LA}$  u obou studovaných typů výluhů vyplývá i z různých použitých látek pro neutralizaci a samozřejmě i jejich spotřeby. Nelze opomenout ani to, že sulfitové výluhy obsahují volný a vázaný  $SO_2$ . Jeho množství ve výluhu závisí na použité technologii vaření dřevné hmoty. Přesnější vysvětlení výsledků uvedených na obr. 3 by vyžadovalo další podrobnou studii včetně zjištění vlivu jednotlivých iontů na změny povrchového napětí a iontové síly roztoku. I přes tyto dosud otevřené otázky získané výsledky dávají kvantitativní představu o hodnotách koeficientu  $K_{LA}$  v sulfitových výluhích upravených pro kultivaci kvasničné biomasy.

Další část práce je zaměřena na zjištění základní růstové charakteristiky kvasinky *Candida utilis* v kontinuální kultivaci. Sulfitové výluhy vznikají jako odpadní vody při výrobě celulosy. Sacharidické látky, které jsou v nich obsaženy, jsou již delší dobu využívány v následném mikrobiálním zpracování. Výsledným produktem je většinou sulfitový líh. V mnohem menší míře se dosud sulfitové výluhy využívají k výrobě mikrobiální biomasy. Přesto však existuje řada prací, týkající se studia tvorby kvasničné biomasy na bázi sulfitových výluhů [10 až 22]. Méně pozornosti však bylo dosud věnováno problematice kontinuální kultivace na tomto druhu substrátu [23–26]. Ve všech zmíněných studiích byly však pokusy prováděny s výluhy s jinými bázemi než se sodíkem. Využití natrium-bisulfitových výluhů k tvorbě kvasničné biomasy nebylo dosud studováno, neboť jde o nový typ sulfitových výluhů.



Obr. 4. Vliv pH média na koncentraci biomasy (1), výtěžnost (2) a produktivitu (3) v ustálených stavech kontinuální kultivace kvasinek v natrium-bisulfitových výluhích při  $D=0,20 \text{ h}^{-1}$



Obr. 5. Vliv zředovací rychlosti na koncentraci biomasy (1), výtěžnost (2) a produktivitu (3) v ustálených stavech kontinuální kultivace kvasinek v natrium-bisulfitových výluhích při pH 6,0

Na základě předběžných jednorázových kultivací se přistoupilo ke sledování vlivu pH média na růstovou charakteristiku kvasinek v natrium-bisulfitových výluhích při zředovací rychlosti  $0,20 \text{ h}^{-1}$ . Průběhy koncentrace biomasy, výtěžnosti biomasy vztažené na spotřebované redukující látky a produktivity jsou uvedeny na obr. 4. Z uvedených výsledků je patrné, že s růstem hodnoty pH média vzrůstaly všechny sledované parametry. Při pH 6,0 se dosáhlo těchto výsledků:  $X \sim 9,5 \text{ g/l}$ ,  $Y_{X/RL} \sim 50,3 \%$  a  $P_R \sim 1,9 \text{ g.l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ . Kromě toho pokusy prokázaly, že použití vyšších hodnot pH při kultivaci kvasinek je nevýhodné ze dvou důvodů: jednak nepochybně vzrůstá spotřeba neutralizačního činidla a kromě toho postupně vzrůstá i stupeň bakteriální kontaminace, zvláště při dlouhodobém provozu.

Na obr. 5 jsou uvedeny koncentrace biomasy, výtěžnosti biomasy vztažené na spotřebované redukující lát-

ky a produktivity v závislosti na zředovací rychlosti při konstantní hodnotě média pH 6,0. Výsledky ukazují, že s růstem zředovací rychlosti klesá jak  $X$ , tak i výtěžnost  $Y_{X/RL}$ . Se zřetelem na kvantitativní pokles koncentrace biomasy a výtěžnosti a naopak na vzrůst hodnot produktivity procesu lze říci, že v praxi bude zřejmě výhodné pracovat při vysokých zředovacích rychlostech kolem  $D = 0,3 \text{ h}^{-1}$ . Za těchto podmínek se dosáhlo hodnot  $X \sim 8 \text{ g/l}$ ,  $Y_{X/RL} \sim 48,3 \%$  a  $P_R \sim 2,4 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Závěrem je třeba upozornit na skutečnost, že při průmyslovém zpracování velkých množství sulfitových výluhů má významný vliv i otázka plnění fermentoru, které závisí hlavně na potlačení tvorby pěny. Jak známo, sulfitové výluhy pěni velmi výrazně. Proto v dalším článku budou uvedeny výsledky testování několika vybraných odpěňovacích olejů z hlediska jejich odpěňovací účinnosti a vlivu na změny koeficientu přenosu kyslíku.

#### Použité symboly

$D$	... zředovací rychlost ( $\text{h}^{-1}$ )
$K_{La}$	... objemový koeficient přenosu kyslíku ( $\text{h}^{-1}$ )
$P_R$	... produktivita procesu ( $\text{g} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )
$RL$	... koncentrace redukujících látek v médiu (% hm.)
$RS$	... koncentrace rozpuštěné sušiny ve výluhu (% hm.)
$VVM$	... velikost aerace (objemový průtok plynu vztažený na jednotkový objem kapalné náplně fermentoru za minutu)
$X$	... koncentrace sušiny biomasy v ustáleném stavu kontinuální kultivace ( $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ )
$Y_{X/RL}$	... výtěžnost biomasy vztažená na úbytek redukujících látek (% hm.)

#### Literatura

- [1] FUCHS, R., RYU, D. D. Y., HUMPHREY, A. E.: Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Develop. **10**, 1971, s. 190
- [2] GRÉGR, V., RYCHTERA, M.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie, 3. díl, SNTL Praha 1966, s. 136
- [3] PÁCA, J., KUJAN, P., MATĚJŮ, V.: Kvasný průmysl **25**, 1979, č. 7, s. 154
- [4] ROBINSON, C. W., WILKE, C. R.: Biotechnol. Bioeng. **15**, 1973, s. 755
- [5] LESSARD, R. R., ZIEMINSKI, S. A.: Ind. Eng. Chem. Fundam. **10**, 1971, s. 260.
- [6] KAŠTÁNEK, F., KRATOCHVÍL, J., RYLEK, M.: Coll. Czech. Chem. Comm. **42**, 1977, s. 2642
- [7] ZLOKARNIK, M.: Adv. Biochem. Eng. **8**, 1978, s. 133
- [8] WEILAND, P.: PhD Thesis, University Dortmund 1978, s. 45
- [9] SCHUMPE, A., DECKWER, W. D.: Proc. First Europ. Congr. on Biotechnology, Interlaken 1978
- [10] STEFAN, C.: Celuloza i Hirtia **5**, 1963, s. 177
- [11] STEFAN, C.: Celuloza i Hirtia **12**, 1963, s. 421
- [12] STEFAN, C.: Celuloza i Hirtia **2**, 1964, s. 55
- [13] STEFAN, C.: Celuloza i Hirtia **3**, 1964, s. 103
- [14] LE FRANCOIS, J.: Ind. Agric. et Alim. **81**, 1964, s. 1175
- [15] IVANYUKOVICH, V. A., KALYUZHNYI, M. J., YARPOLOV, V. A.: Godroliz. Lesokhim. Prom. **21**, 1968, s. 20
- [16] POPOV, V. I.: Gidroliz. Lesokhim. Prom. **24**, 1971, s. 18
- [17] KALYUZHNYI, M. J., IVANYUKOVICH, V. A.: Sb. Tr. Vses. Nauk.-Issled. Inst. Gidroliza Rast. Mater. **19**, 1971, s. 39
- [18] SIMARD, R. E., CAMERON, A.: Pulp Pap. Mag. Can. **75** (c), 1974, s. 107
- [19] HEARON, W. M.: Act. Rep. Res. Dev. Assoc. Mil. Food Packag. Syst. **26**, 1974, s. 2
- [20] TSUTSUI, Y.: Hako Kyokaiishi **32**, 1974, s. 273
- [21] MC KEE L. A., QUICKE, G. V.: S. Afr. J. Sci. **73**, 1977, s. 379
- [22] MURKO, D., CEZNER, V.: Kem. Ind. **20**, 1971, s. 163
- [23] OGUMA, T., SHIBA, S., MORITANI, N., GOYSU, G., TAKEUCHI, Y.: Ger. Offen. **2**, (452), 1975, s. 720
- [24] KAEKAWA, Y., KIHARA, R., MIWA, M.: Hako Kogaky Zasshi **47**, 1969, s. 146
- [25] MOREAU, J. R., ST.-LAURENT, G.: Can. J. Chem. Eng. **56**, 1978, s. 94
- [26] CAMPPI, J. D., ROGERS, P. L.: Hako Kogaky Zasshi **54**, 1976, s. 437

**Páca, J., Kujan, P., Matějů, V.: Bioinženýrská charakteristika sulfitových výluhů. II. Rychlost přenosu kyslíku a kultivační testy.** Kvas. prům. **26**, 1980, č. 10, s. 222—226.

Cílem studie bylo zjistit změny objemového koeficientu přenosu kyslíku v kalcium-bisulfitových a natrium-bisulfitových výluhách v závislosti na koncentraci rozpuštěné sušiny a při zvýšeném obsahu solí v důsledku neutralizace a dodávky nezbytných živin a ethanolu pro další mikrobiální zpracování. Kromě toho byly ověřeny i základní růstové charakteristiky kvasinky *Candida utilis* v kontinuální kultivaci na novém typu natrium-bisulfitových výluhů. Výsledky ukázaly, že s růstem koncentrace rozpustné sušiny klesá hodnota koeficientu  $K_{La}$ . Změny koeficientu  $K_{La}$  jsou ovlivněny nejen přídkem solí a ethanolu, ale i druhem a množstvím použitého neutralizačního činidla. Kultivační testy prokázaly, že při použití natrium-bisulfitového výluhu je vhodné pracovat v rozsahu pH 5,5 až 6,0 při zředovací rychlosti kolem  $0,3 \text{ h}^{-1}$ .

**Паца, Я. — Куян, П. — Матею, В.: Биологическо-технические характеристики сульфитно-спиртовой барды. 2-ая часть. Скорость переноса кислорода и испытания на разведение.** Квас. прум. **26**, 1980, № 10, стр. 222—226.

Исследовательская работа авторов преследует цель изучить изменения объемного коэффициента переноса кислорода в кальциево-бисульфитной и натриево-бисульфитной барде и их зависимость от концентрации растворенного сухого вещества в условиях повышенного содержания солей, вызванного нейтрализацией, а также добавками необходимых питательных веществ и этанола, создающих среду для микробиологических процессов. Одновременно проверялись показатели разведения дрожжей *Candida utilis* на новом виде натриево-бисульфитной барды в установках непрерывной культивации. Из полученных результатов видно, что с повышающейся концентрацией растворенного сухого вещества коэффициент  $K_{La}$  снижается. На значение коэффициента  $K_{La}$  влияет не только количество добавленных солей и этанола, но также количество нейтрализующего средства. Испытания на разведение показали, что при применении натриево-бисульфитной барды следует поддерживать значение pH в пределах от 5,6 до 6,0, а скорость разбавления примерно  $0,3 \text{ час}^{-1}$ .

**Páca, J., Kujan, P., Matějů, V.: Bioengineering Characteristics of Sulphite Liquors. II. Oxygen Transfer Rate and Cultivation Tests.** Kvas. prům. **26**, 1980, No. 10, pp. 222—226.

The aim of this study was to find changes of the volumetric oxygen transfer coefficient in calcium- and sodium-bisulphite liquors as a function of the soluble dry matter concentration and increased salt concentrations due to neutralization and essential nutrient and ethanol addition necessary for a further microbial treatment. In addition, growth characteristic of the yeast *Candida utilis* in continuous cultures using the new type of sodium-bisulphite liquors were tested. The results showed that the  $K_{La}$  value decreased with increasing soluble dry matter concentrations. Changes in  $K_{La}$  coefficient were affected not only due to salts and ethanol additions but also due to the type and quantity of the agent used for a neutralization. Cultivation tests proved that using sodium-bisulphite liquors the following culture conditions, from the standpoint of biomass production, can be used: pH from 5,5 to 6,0 and dilution rate of about  $0,3 \text{ h}^{-1}$ .

**Páca, J. - Kujan, P. - Matějů, V.: Biotechnische Charakteristik der Sulfitablaugen. II. Geschwindigkeit der Sauer-**

**stoffübertragung und die Kultivationsleistung.** Kvas.  
prům. 26, 1980, No. 10, S. 222—226.

Das Ziel der Studie war die Feststellung der Änderung des Volumenkoeffizienten der Sauerstoffübertragung in Kalzium-Bisulfidablaugen und Natrium-Bisulfidablaugen in Abhängigkeit von der Konzentration der gelösten Trockensubstanz und bei erhöhtem Gehalt an Salzen infolge der Neutralisation und Zugabe der notwendigen Nährstoffe und Äthanol für weitere mikrobielle Verarbeitung. Außerdem wurde auch die Wachstumscharakteristik der Hefe *Candida utilis* in kontinuierlicher Kultiv-

ation auf einem neuen Typ der Natrium-Bisulfidablauge ermittelt und geprüft. Die Ergebnisse zeigten, daß mit der wachsenden Konzentration der löslichen Trockensubstanz der Wert des Koeffizienten  $K_L a$  absinkt. Die Änderungen des Koeffizienten  $K_L a$  werden nicht nur durch die Zugabe der Salze und des Äthanol, sondern auch durch die Art und Menge des benützten Neutralisationsmittels beeinflußt. Die Kultivationsleistung zeigten, daß bei der Anwendung der Natrium-Bisulfidablauge der geeignetste Arbeitsbereich zwischen pH 5,5 und 6,0 bei der Verdünnungsgeschwindigkeit ca  $0,3 \text{ h}^{-1}$  liegt.