

ODBORNÝ ČASOPIS PRO PRACOVNÍKY V KVASNÉM A NÁPOJOVÉM PRŮMYSLU
VYDÁVÁJÍ PIVOVARY A SLADOVNY, KONCERN, PRAHA

I. BIOTECHNOLOGICKÉ DNY - BRATISLAVA

Československá vědeckotechnická společnost — komise Slovenské rady ČSVTS pro biotechnologie, pobočka ČSVTS generálního ředitelství Lihovary a konzervárny, Bratislava spolu s Výzkumným ústavem LIKO Bratislava a Dům techniky ČSVTS Bratislava pořádají pod patronátem komise technické mikrobiologie při ČSAV ve dnech 4. a 5. 9. 1985 odbornou vědeckotechnickou konferenci I. biotechnologické dny v Bratislavě.

Hlavním tématem jednání jsou teoretické a praktické předpoklady komplexního rozvoje biotechnologií. Vzhledem k významu této celostátní akce uveřejňujeme v tomto dvojčísle vybrané referáty z jednotlivých tematických okruhů.

Redakce

Surovinové otázky

Problémy surovin

Doc. Ing. DUŠAN HALAMA, CSc., Katedra biochemickej technológie SVŠT, Bratislava

ÚVOD

Terajšiemu podujatiu predchádzalo niekoľko seminárov na pezinskej Babe. Každý z nich konštatoval a upozorňoval, že celospoločensky potrebný rozvoj biotechnológií vyžaduje urýchléné riešenie problému surovín. Ak sa podobné upozornenia opakujú, potom preto, lebo problémy sú ešte stále nedoriešené. Zabezpečenie dostatku surovín má aj kvalitatívnu stránku: doterajšie klasické suroviny, najmä melasa, majú stále sa zhoršujúce vlastnosti.

Opakovala sa však aj kontroverzná situácia ponuka/dopyt. Mnohí prítomní sa pamätajú na projekty využitia slamy: akonáhle o ňu prejavil záujem fermentačný priemysel, stala sa zo suroviny málo využívanej surovinou deficitnou. Zdá sa, že podobná situácia sa teraz prejavuje aj vzhľadom na drevo. Zrejme naozaj už u nás nie sú žiadne rezervy doteraz nevyužívaných surovín.

Z tohto logicky vyplýva otázka, či je reálne uvažovať o rozvoji biotechnológií, ak pre ne nie sú zabezpečené zdroje surovín.

Domnievam sa, že je správnejšie dať otázku, či si môžeme dovoliť zanedbať rozvoj týchto technológií.

NEVYHNUTNOSTĚ KVALITATIVNÝCH ZMIEN

Viac údajov nasvedčuje o tom, že doterajšie možnosti techniky a technológie sa blížila (alebo dosahujú) maximum. Typické sú údaje tab. 1.

Hoci ide o materiál zameraný na podmienky ZSSR, uvádzané fakty majú globálny význam, a preto sa týkajú aj nás. Možno uviesť aj ďalšie fakty.

Asi všeobecne známym je problém „kyslých dažďov“. Aj toto je typický globálny problém, a preto ťažko riešiteľný.

Tab. 1. Limity niektorých terajších postupov¹⁾

Výroba, činnosť, produkt	Kvantitatívna charakteristika	Poznámky ²⁾
Obrábanie kovov: sústruh	Rýchlosť rezania 1982: 2,8 m/min, 1985: 115 m/min, 1985: to isté	Podobne sa nezrýchľujú ani mnohé iné operácie (napr. lisovanie)
Doprava	Za posledných 20 rokov sa rýchlosť železničnej dopravy prakticky nemení; podobne aj v lodnej doprave	
Energetika	Účinnosť premeny energie dosahuje hraničnú hodnotu (okolo 30 %)	Aj kapacita generátorov sa blíži k maximu, podobne napätie sietí
Konštrukčné materiály	Ich kvalita sa už podstatne nezvyšuje (blízko fyzikálneho maxima)	Stále väčšia limitácia doterajších zdrojov
PRODUKTY BIOSFÉRY		
Drevo	Vo väčšine krajín sa produkcia znižuje	V ZSSR vyťažili r. 1981 iba 317 mil m ³ (plán bol 340 mil.)
Pastviny	Znižujú sa ich plochy i výnosy	
Orná pôda	Behom 5 rokov sa v ZSSR znížila jej výmera na obyvateľa z 1,06 na 0,85 ha	V ČSSR je to skoro trikrát menej
Zivočišná výroba	Prírastky i využitie krmiva sa zrejme blížia k maximu	

1) Voľne spracované podľa [1]

2) Väčšinou poznámky autora príspevku (D. H.)

Rovnako globálnym je aj problém rastu koncentrácie CO_2 v atmosfére. Väčšina odborníkov predpokladá, že môže viesť až ku „skleníkovému efektu“ — ku zvýšeniu priemernej teploty. Aj v tomto prípade ide o typickú antropogénnu zmenu, spôsobenú vo veľkej miere energetikou (spaľovanie fosílnych palív). Avšak okrem toho významnou mierou sa tu účastnia aj biologické procesy: klíčovanie tropických pralesov sa uskutočňuje zarážajúcou rýchlosťou asi 44 ha/min. Pravda, získanie „úrodnej“ pôdy týmto spôsobom nie je väčšinou dosť efektívne. Veľmi často sa takáto pôda degraduje. Aj preto sa každú minútu znehodnocuje (desertifikuje) okolo 22 ha úrodnej pôdy. S tým súvisí aj zvyšovanie koncentrácie CO_2 v atmosfére. Niektoré optimistické návrhy doporučujú spoliehať sa hlavne na atómovú energiu. Avšak ak aj pominieme problémy s likvidáciou rádioaktívnych odpadov, ostáva stále problém termálnej polúcie. Ak by rast spotreby energie pokračoval doterajším tempom, potom už v pomerne krátkom čase by jej veľičina dosiahla hodnotu porovnateľnú s energiou slnečného žiarenia dopadajúceho na povrch našej planéty, čo by tiež podstatne ovplyvnilo rovnováhu biosféry [2].

U nás, ale aj v ostatných priemyselne vyspelých krajinách, posledné desaťročia boli charakterizované zvýšením výroby potravín najmä vďaka intenzifikácii poľnohospodárskej výroby. Intenzifikácia sa prejavovala najmä cez mechanizáciu a chemizáciu. Oboje sú energeticky náročné, a ako negatívum majú aj rast chemickej kontaminácie pôdy, vody, ako aj produktov.

Rozsiahla chemizácia celého národného hospodárstva tiež bola príčinou mnohých negatívnych následkov. Do biosféry sa dostali desiatky až stovky ťažko odbúrateľných látok, často zo zdravotných hľadísk veľmi nežiadúcich.

Z týchto faktov vyplýva logický uzáver. V mnohých odvetviach je nutné hľadať kvalitatívne nové postupy, ak sa má predísť veľmi nepríjemným následkom. Samozrejme, tieto zmeny nutne presahujú hranice štátov a úzko súvisia s nutnosťou zmien politických. Je napríklad paradoxné, že 50 % výlohu oceánskych rýb ide na výrobu krmív (pred 30 rokmi to bolo iba 10 % [3]), hoci väčšina z toho by sa mohla (a mala) spracovať na potravu. Alebo: veľká časť obilia sa tiež skrmuje. Pritom vo výkrme hovädzieho dobytku sa na prírastok 1 kg hmotnosti spotrebuje 10 kg obilia [4]. Avšak mikrobiologický priemysel dokáže z rovnakej suroviny vyprodukovať až násobne viac bielkovín za podstatne kratší čas.

Z dôvodov, ktoré tu snáď netreba rozvádzať, sú biochemické technológie (pridáme sa návrhu definície z [6]) nutne najefektívnejšie spôsoby výroby biologických produktov. Význam tohto faktu rastie s postupujúcou limitáciou doterajších zdrojov surovín a energie a ohrozením životného prostredia. Zanedbanie vytvárania podmienok pre rozvoj týchto technológií môže mať preto veľmi neželané následky.

Jednou z hlavných podmienok je preto nutné zabezpečenie dostatku surovín.

SUROVINY BIOCHEMICKÝCH TECHNOLOGIÍ

V elementárnom zložení biomasy je na prvom mieste uhlík (obyčajne 45—49 %). Preto hmotnosťou a väčšinou aj cenou zdroj uhlíka a energie (prevážna väčšina priemyselných procesov je založená na heterotrofoch) tvorí väčšinu nákladov na suroviny. Týmto zdrojom sú najčastejšie monosacharidy a disacharidy, zriedkavejšie polysacharidy. Z minerálnych prvkov je najviac zastúpený N a P — ostatné prvky tvoria (samozrejme, okrem O a H) obyčajne iba niekoľko málo percent sušiny.

Mnohé heterotrofy vyžadujú aj prídavky organických N, vitamínov a iných rastových faktorov. Ich zdrojom býva napr. kvasničný autolýzát, sladový kvet, ale najmä kukuričný výluh.

Aké je súčasné zabezpečenie C zdrojov a predpokladaný ich rast? Vychádzame z prognóz vývoja do roku 2000 a ďalej (na základe [7]).

Melasa: jej ročná spotreba vo fermentačnom priemysle je okolo 360 tis. t. Predpokladá sa nárast (presnejšie, také sú požiadavky) na vyše 433 tis. t, čo je však nereálne: už pre r. 1990 sa očakáva deficit 22 tis. t.

Sacharózy sa spotrebuje podstatne menej (22 tis. t). Jej svetová cena je nízka a pravdepodobne sa podstatne nezvyší. Preto sa uvažuje o podstatnom zvýšení jej dodávky pre mikrobiologický priemysel (viac ako o jeden poriadok), ktorý by ju mal využiť v porovnaní s exportom podstatne výhodnejšie. Zatiaľ však ide iba o úvahy, ktoré narážajú na veľké ťažkosti pri pokusoch vyjadriť celospoločenský efekt rozličných alternatív.

Škrob sa doteraz využíva iba v zanedbateľne malých množstvách (hlavne enzýmy a antibiotiká). Aj pri predpokladanom veľkom raste jeho spotreby jeho podiel v celkových sacharidických surovinách bude menší ako 1 %.

Pravda, sem nerátame spotrebu jačmeňa pre výrobu sladu a piva, lebo nápojový priemysel nemá väčšie problémy s množstvom hlavných surovín.

Syntetický etanol sa využíva v množstve niekoľko tisíc t ročne, na výrobu krmnej biomasy *C. utilis*. Pôvodne sa počítalo s možnosťou rozšírenia tejto výroby. Avšak pri rastúcich cenách petrochemických surovín ide o neperspektívnu výrobu. Pravda, ak by sa produkt primárne využil na získanie potravinárskych bielkovín, mohla by byť takáto výroba ekonomicky atraktívna aj pri raste cien etanolu.

Odpady po spracovaní dreva (Ca-bisulfitové výluhy) sa majú v súvisi s rekonštrukciou spracúvať oveľa intenzívnejšie ako doteraz. Tak po r. 1995 sa predpokladá využiť skoro 700 tis. t ročne. Avšak v asimilovateľnom uhlíku to predstavuje pomerne malú položku.

Aj pri predpokladanom raste dodávok C zdrojov ich množstvo nemôže stačiť odstrániť deficit kŕmnych bielkovín. Preto sa nevylučuje ani využitie **petrochemických surovín**. Z nich sa najperspektívnejším javí **metanol**, pravda, ak by sa dovážal v dostatočnom množstve a za prijateľnú cenu. Táto surovina je však oveľa menej univerzálna ako sacharidy a jej pravdepodobné využitie bude asi iba na výrobu kŕmnych bielkovín. Samozrejme, výroba potravinárskych bielkovín by bola výhodnejšia, ale doteraz sa ešte nikde nerealizovala.

Zo všetkého doteraz uvedeného vyplýva, že bude nutné hľadať spôsoby zabezpečenia zdroja C pre biotechnológie. Pravda, ukazujú sa aj iné deficitné zložky, najmä **kukuričný výluh**. Ten už teraz sotva stačí kvantitatívne, pričom jeho kvalita má stále klesajúcu tendenciu. Je však paradoxné, že pred dvadsiatimi rokmi sa u nás skupina prof. Nemca zaoberala možnosťou prípravy náhrady kukuričného výluhu, pričom dosiahla pozoruhodné výsledky. Stálo by za to ich „oprášiť“.

NOVÉ ZDROJE SUROVIN

Na poslednom Sympóziu socialistických krajín o biotechnológii sa v úvodnom referáte uvádzali veľmi optimistické údaje o našich potenciálnych C zdrojoch [8]. Žiaľ, novšie údaje [7] uvádzajú podstatne nižšie hodnoty.

Tak z **drevného odpadu** sa využíva väčšina pre priemysel a energetiku (44 a 41 %). Ostáva doteraz nevyužitý asi 320 tis. m³, čo predstavuje okolo 130 tis. t a⁻¹.

Uvažovala sa aj **slama** a iné vedľajšie poľnohospodárske produkty. Avšak stále väčší podiel slamy sa skrmuje, alebo zaoráva (organické hnojenie). Nejaká jej časť sa asi bude využívať na produkciu jedlých húb. V celkovej bilancii surovín však ide o zanedbateľný podiel.

Ďalšou surovinou je **zberový papier**. Avšak tento sa už využíva (z veľkej časti sa recykluje).

Je zrejme, že už nie sú nejaké väčšie zdroje domácich nevyužitých surovín. Z toho však vyplýva záver: ak nie sú nové zdroje surovín, treba uvažovať o prerozdelení doterajších. Z obnoviteľných surovín (a na iných dlhodobu stavať nemožno) je to lignocelulózový materiál, fytoforma a jej zložky, ktoré tvoria väčšinu každoročného prírastku organických zložiek biosféry.

PROBLÉMY VYUŽITIA FYTOMASY

Lignocelulózový materiál sa môže využiť priamo, po predúprave, a hydrolýzou [9, 10] chemickou alebo enzýmovou.

Priame využitie mikroorganizmami je doteraz málo efektívne a pomalé, čo je spôsobené odolnosťou kryštalickej celulózy voči enzymovej hydrolýze, ako aj inhibíciou lignínom. Rôzne spôsoby predúpravy sú doteraz ekonomicky nevýhodné: vyžadujú hodne energie (napr. explozívna dekompresia), alebo chemikálie, ktoré sa nedajú recyklovať. Hydrolýzne postupy by mali poskytnúť univerzálnu surovinu vo forme monosacharidov (pentózy a hexózy). Avšak doteraz realizované postupy sú ekonomické iba vo veľkých jednotkách (napr. v ZSSR), pre ktoré u nás niet dost surovín. Okrem toho dochádza k rozkladu časti materiálu, napr. pentóz na furfural. Aj keď sa tento izoluje ako výhodný vedľajší produkt, jeho zvyšok spolu s ďalšími produktami pôsobia ako inhibítory. Možno teda konštatovať, že doteraz sa nevyvinuli jednoduché postupy chemickej hydrolýzy, ktoré by dávali ekonomicky výhodne dostatočne čisté monoméry pre mikrobiologický priemysel.

Podobný záver platí aj pre enzýmovú hydrolýzu, hlavne so zameraním na enzýmy *Trichoderma* sp.

V oblasti priameho využitia lignocelulóзовých materiálov sa doteraz úspešne rozvíja ich využitie pre pestovanie húb ako potravy, s využitím zvyšku ako krmiva. Zdá sa, že výroba krmív pre prežúvavce sa začína technologicky realizovať, napr. aj tzv. polosuchou fermentáciou (pozri napr. [11]). Pre výrobu produktov (alkoholy, kyseliny) sa overujú termofilné anaeroby. Aj keď bez predúpravy suroviny je proces pomerne pomalý a výťažky nie vysoké (pozri napr. [12]), treba zdôrazniť, že až do pomerne nedávnej doby sa s termofilmi veľmi málo pracovalo. Práve preto možno v tejto oblasti očakávať objavenie nových kultúr a postupov (napr. [13]).

PORADIE PRIORÍT

Na záver možno konštatovať, že pre rozvoj biochemických technológií zatiaľ nie sú známe dostatočné zdroje ešte nevyužívaných obnoviteľných surovín. Ak aj takéto zdroje sú, ešte nemáme dostatočne ekonomicky výhodné spôsoby ich úpravy (napr. nevyužívaný drevný odpad).

Na druhej strane je mnoho argumentov pre nutnosť ďalšieho rozvoja biochemických technológií ako nevyhnutnej zložky kvalitatívnych zmien spoločenskej výroby.

Preto je zrejme potrebné nielen intenzívne hľadať

nové zdroje surovín a spôsobov ich využitia, ale viac porovnávať efektívnosť doterajších spôsobov využívania existujúcich surovín s efektívnosťou ich spracovania postupmi biochemických technológií.

Literatúra

- [1] DANILIN, G.: Nauka i žizn', 1985, 1, s. 42.
- [2] SMIT, R. L.: The Ecology of Man, New York 1976. Ruský preklad: Naš dom planeta Zemlja. Mysl', Moskva 1982.
- [3] Zigel, F. J.: Planeta Zemlja. Mysl', Moskva 1974.
- [4] BROWN, L. R.: By Bread Alone. Praeger, New York — Washington 1974.
- [5] 3rd Symposium of Socialist Countries on Biotechnology 25 — 29/4/1983. Plenary Lectures. Bratislava 1984, 660 pp.
- [6] HALAMA, D. - BLAŽEJ, A. - DUDA, E.: in [5], s. 647.
- [7] BLAŽEJ, A., et al.: Nepublikovaný referát, Bratislava 1985.
- [8] KRUMPHANZL, V., in [5], s. 1.
- [9] BLAŽEJ, A., in [5], s. 495.
- [10] ŠKÁRKA, B. - HALAMA, D., in [5], s. 627.
- [11] Tezisy dokladov Vsesojuznogo simpoziuma „Biokonversija rastiteľného syr'ja. Riga 1982.
- [12] VOLFOVÁ, O., et al., in [5], s. 635.
- [13] Itogi nauki i techniki. Biotechnologija, t. 1. VINITI, Moskva 1983.

Halama, D.: Problémy surovín. Kvas. prům. 31, 1985, č. 7—8, S. 145—147.

Rozvoj biotechnologie v ČSSR bude vyžadovat zajištění dostatku surovín. Diskutují se problémy a možnosti řešení.

Галаяма, Д.: Проблемы сырья. Квас. прум. 31, 1985, № 7—8, стр. 145—147.

Развитие биотехнологии в ЧССР требует обеспечение сырьем. Дискутируются некоторые проблемы и возможности их решения.

Halama, D.: Raw material problems. Kvas. prům. 31, 1985, No. 7—8, pp. 145—147.

The development of czechoslovak biotechnology requires supplies of raw material. Problems and possibilities of their solution are discussed.

Halama, D.: Die Rohstoffprobleme. Kvas. prům. 31, 1985, Nr. 7—8, S. 145—147.

Für die Entwicklung der tschechoslowakischen Biotechnologie sind Rohstoffquellen notwendig. Die Probleme und die Möglichkeiten deren Lösung sind diskutiert.