

## Úloha biochemického inžinierstva v rozvoji biotechnológií

VLADIMÍR BÁLEŠ

**Súhrn.** V práci sa poukazuje na úlohu biochemického inžinierstva v rozvoji biotechnológií. Diskutuje sa o zaradení biochemického inžinierstva do systému chemickoinžinierskych disciplín, o predmete štúdia biochemického inžinierstva a o potrebe rozšírenia výskumu v tejto vednej disciplíne na Slovensku.

V ostatných rokoch sa kladie vo svete veľký dôraz na rozvoj biotechnológií, aj keď proti pôvodným optimistickým prognózam použitia biotechnológií v chémii sú terajšie odhady triezvejšie. Očakáva sa, že roku 1990 dosiahne tržný objem biotechnológie vo svete asi 25 %, a to predovšetkým v poľnohospodárskom sektore, ďalej v špeciálnych a čistých chemikáliách (asi 10 %), ale iba 5 % vo všeobecnej organickej chémii.

Z hľadiska produkcie sa biotechnológie zameriavajú na výrobu bunkovej hmoty, na spracovanie biomasy a na využitie enzýmových reakcií. Moderné biotechnológie sa zaraďujú medzi perspektívne priemyselné technológie, ktoré sú schopné čeliť dnes aj v budúcnosti trom globálnym problémom našej planéty: potravinárskemu, energetickému a problému životného prostredia.

Súčasný rozvoj biotechnológií u nás vyplýva z nevyhnutnosti zabezpečiť podľa potrieb antibiotiká, aminokyseliny, vitamíny, technické enzýmy, krmové vlnárske a potravinárske kvasničné bielkoviny, ako aj posilňovať naše exportné možnosti vývozom, napr. kyseliny citrónovej, námedových alkaloidov a ďalších našich tradičných produktov [1].

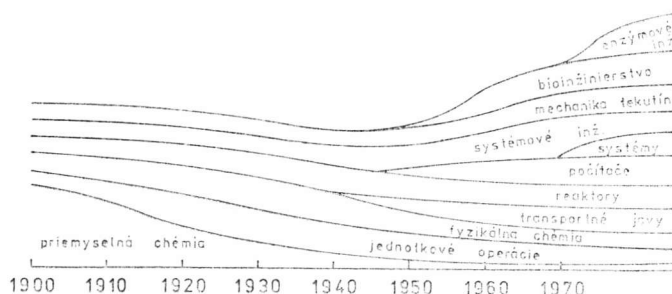
V biotechnológii ide teda o súbor výrobných a procesových postupov založených na technologickom využití látkovej premeny a funkčných prejavov živých systémov. Zvládnutie úloh rozvoja biotechnológií nie je mysliteľné bez účinnej pomoci chemickoinžinierskych disciplín — najmä bioinžinierstva (biochemical bioengineering).

Doc. Ing. Vladimír Bálež, CSc., Katedra procesov a zariadení chemickej technológie, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

## Bioinžinierstvo v systéme chemickoinžinierskych disciplín

Hneď na začiatku treba poznamenať, že sa u nás termín bioinžinierstvo vymedzil pre anglický výraz biochemical bioengineering. Som toho názoru, že by bolo rozumnejšie uviesť do terminologickej praxe názov biochemické inžinierstvo, keďže do biotechnológií mnohí renomovaní vedci zaraďujú veľkokapacitnú kultiváciu živočíchov a rastlín. V biochemickom inžinierstve ide o takú oblasť chemického inžinierstva, ktorá sa zameriava na novšie odvetvia biochemického priemyslu, najmä na tie biochemické procesy, pomocou ktorých sa vyrábajú produkty vo veľkých množstvách. Úlohou bioinžiniera je premietnuť poznatky mikrobiológa, biochemika a chemika do praktickej výrobnjej praxe. Aby toho bol schopný, musí bioinžinier ovládať princípy chemického inžinierstva, ale i biologických vied [2].

Za posledné dve desaťročia sa biochemické inžinierstvo pevne zaradilo medzi chemickoinžinierske disciplíny. Je to logické, lebo metodologický prístup k štúdiu problémov v biochemickom inžinierstve sa zhoduje s chemickoinžinierskym prístupom. Aris [3] urobil zaujímavé porovnanie rozvoja chemickoinžinierskych disciplín vzhľadom na historický vývoj a záujem. Z obrázku 1 vidieť, že biochemické inžinierstvo sa začalo formovať v polovici päťdesiatych



Obr. 1. Rozvoj chemického inžinierstva

Fig. 1.

rokov. Čo do objemu záujmu o túto vednú disciplínu, patrí v súčasnosti medzi najsledovanejšie, čo možno dokumentovať veľkým množstvom publikácií. (Poznamenávame, že od polovice sedemdesiatych rokov sa nad biochemické inžinierstvo radí nová vedná disciplína — génové inžinierstvo, ktoré sa však v širších súvislostiach dá chápať ako súčasť biochemického inžinierstva.) Podľa našich doterajších skúseností možno konštatovať, že takmer 95 % publikácií vo svetových odborných časopisoch zaoberajúcich sa problémami bioinžinierstva, vrátane monografií, pochádzajú z pracovísk chemického inžinierstva. Solídny chemickoinžiniersky základ a nadstavba z technickej mikro-

biológia a biochémie sú pre pracovníka zárukou úspešného zvládnutia problémov biochemického inžinierstva.

## Predmet štúdia biochemického inžinierstva

Predmet štúdia biochemického inžinierstva nie je ustálený, čo sa odráža v monografiách o bioinžinierstve, v predmete výskumu, ale aj vo výučbe tejto technickej disciplíny na vysokých školách.

Prevažná časť biotechnológií sa zakladá na fermentačných procesoch. Fermentácie sa uskutočňujú v biochemických reaktoroch — fermentoroch. Som toho názoru, že kľúčovú úlohu v navrhovaní a intenzifikácii fermentorov má mať biochemické inžinierstvo. Hlavné ťažisko v predmete výskumu biochemického inžinierstva by malo teda byť štúdium podmienok optimálneho chodu biochemických reaktorov — fermentorov a satelitných operácií pred fermentáciou a po nej.

Pred vstupom do fermentora treba predovšetkým zvládnuť sterilizáciu živných pôd a pre aerobnú fermentáciu sterilizáciu vzduchu, resp. aeračného plynu. Nežiadúce mikroorganizmy sa zo živných pôd odstraňujú mechanickými operáciami (filtráciou, centrifugáciou, flotáciou atď.) alebo sa množstvo mikroorganizmov môže znížiť teplom, chemickými látkami, resp. rozličnými typmi žiarenia.

Aj problém výroby veľkého množstva sterilného vzduchu pre aerobnú fermentáciu patrí do biochemického inžinierstva. Je to najmä úloha zvládnuť kontinuálnu sterilizáciu vzduchu, lebo požiadavky na stupeň kontaminácie vzduchu sú vysoké.

Po uskutočnení fermentácie je potrebná separácia a izolácia produktov. Aj keď sa na tieto účely používajú klasické chemickoinžinierske jednotkové operácie, ako sú filtrácia, usadzovanie, extrakcia, destilácia, odstredžovanie atď., úlohou biochemického inžinierstva je hľadať uplatnenie nových progresívnych jednotkových operácií na izoláciu produktov fermentácií.

Pravda, základnou problematikou, ktorou sa biochemické inžinierstvo zaoberá, je štúdium biochemickej premeny, prebiehajúcej v biochemickom reaktore — fermentore. Procesy prebiehajúce v bioreaktore sú veľmi zložité, pretože okrem mikrobiologickej syntézy treba ďalej študovať fyzikálno-chemické javy spojené s transportom látky a energie. Ich zložitost' udáva najmä to, že súčasne prebiehajú procesy na mikroúrovni — v bunkách populácií mikroorganizmov i na makroúrovni — procesy prestupu látky a tepla, závisiace od hydrodynamického režimu v bioreaktore. Je samozrejmé, že hydrodynamický režim a štruktúra viacfázového toku v reaktore závisí od konštrukčných zvláštností bioreaktora.

Nemožnosť presného rozdelenia javov, súčasne prebiehajúcich na mikro-úrovni a makroúrovni v biochemickom reaktore, vyžaduje zistiť vplyv rozličných úrovní vzájomného pôsobenia a utvorenie približných matematických modelov biochemických reaktorov.

Rozvoj teórie a praxe kultivovania mikroorganizmov v ostatnom čase dovoľilo prejsť od laboratórnych skúšok k projektovaniu a využívaniu priemyselných komplexov na výrobu biomasy. Na zvládnutie tejto výroby treba vyriešiť mnohé inžinierske problémy: racionálne zásobovanie aeróbných kultúr kyslíkom, odvod tepla, zabezpečenie sterilných podmienok kultivácie, modelovanie samého procesu fermentácie. Pritom treba zdôrazniť, že ide o zvládnutie veľkotonážnych výrob, kde fermentory majú desiatky, ba aj stovky metrov kubických. Preto treba zvládnuť vplyv makrofaktorov, predovšetkým vplyv hydrodynamických pomerov a prestupu látky na rast biomasy.

Doteraz najprebádanejšou časťou biochemického inžinierstva je kinetika enzýmových reakcií [4]. V ostatných rokoch sa dosiahli značné pokroky najmä v štúdiu kinetiky rastu biomasy. Prudký rozvoj dosahuje modelovanie a optimalizácia bioreaktorov. Predmetom záujmu naďalej zostávajú otázky miešania a transportu látok, či už kyslíka, produktov alebo živín, lebo sú často limitujúcim faktorom úspešného zvládnutia procesu.

### **Potreba rozšírenia výskumu v biochemickom inžinierstve na Slovensku**

Ako sme už naznačili, rozvoj biochemického inžinierstva je podmienený znalosťami z hydrodynamiky, prestupu tepla a látky, modelovania reaktorov, optimalizácie reaktorov, doplnené nevyhnutnými vedomosťami z technickej mikrobiológie a biochémie. Výskum v takto koncipovanom biochemickom inžinierstve je náročný na experimentálnu techniku, ale aj na fundované kádrové zabezpečenie.

Rozvoju tejto vednej disciplíny sa na Slovensku venovala v minulosti neadekvátne pozornosť vzhľadom na objem potravinárskeho a farmaceutického priemyslu v SSR. Neobstoí argumentácia, že často ide o malotonážne, resp. kilogramové výroby, pretože práve tieto výroby sú náročné na prísny technologický režim a jeho dodržanie môže zabezpečiť výsledky výskumu biochemického inžinierstva.

Som toho názoru, že rozsah výskumu biochemického inžinierstva nezodpovedá objektívnym potrebám spoločenskej praxe ani v súvislosti s očakávaným nástupom moderných biotechnológií. Optimalizácia existujúcich biotechnologických výrob patrí medzi primárne úlohy biochemického inžinier-

stva. Z týchto aspektov treba posudzovať aj skladbu výskumných tímov v závodných a podnikových výskumoch, ale aj vo výskumných ústavoch potravinárskeho priemyslu. Zo skúseností v chemickom priemysle, kde budovanie chemickoinžinierskych skupín v závode a výskumných ústavoch je spojené so zmenou prístupu k riešeniu úloh, možno tvrdiť, že aj v potravinárskom priemysle bude potrebné prekonať tradičné spôsoby výskumu a realizácie výsledkov výskumu.

V tomto úsilí musí zohrať významnú úlohu aj vysoké školstvo, najmä SVŠT, kde sa na Chemickotechnologickej a Strojníckej fakulte pripravujú kádre na zvládnutie uvedených úloh. Tu však treba rozšíriť aj výskumné a pedagogické zázemie biochemického inžinierstva.

### Literatúra

1. ŘÍMAN, J.: Nové Slovo, 26 1982, č. 49.
2. AIBA, S. — HUMPHREY, A. E. — MILLIS, F. M.: Bioinženýrství, Praha, Academia 1972.
3. ARIS, R.: Ind. Eng. Chem. Fundam., 16, 1977, s. 1.
4. KOTYK, A. — HORÁK, J.: Enzymová kinetika. Praha, Academia 1977.

### Роль биохимического инженерства в развитии биотехнологии

#### Р е з ю м е

В работе рассматривается роль биохимического инженерства в развитии биотехнологии. Обсуждается место биохимического инженерства в системе химико-инженерных дисциплин, предмет биохимического инженерства и необходимость расширения исследований в этой научной дисциплине в Словакии.

### Position of biochemical engineering in biotechnology development

#### Summary

This paper points to the position of biochemical engineering in biotechnology development. It also discusses the possibilities of involving the biochemical engineering into the system of chemical-engineering disciplines, the object treated by the biochemical engineering, as well as the necessity of expanding research in this scientific branch in Slovakia.