

## Inżynieria bioprosesowa

Inżynieria bioprosesowa (syn. inżynieria biochemiczna) jest działem nauki obejmującym badanie i optymalizację technicznych warunków realizacji procesów biotechnologicznych, przebiegających przy udziale czynników biologicznych – komórek (najczęściej drobnoustrojowych) i enzymów oraz etapy przygotowawcze, a także izolację, oczyszczanie i konfekcjonowanie bioproduktów.

Cechą szczególną inżynierii bioprosesowej jest dążenie do formułowania matematycznego opisu badanych procesów i w oparciu o tego typu modele – konstruowanie odpowiedniej aparatury oraz optymalizacja procesów technologicznych. Badania kinetyki procesu pozwalają lepiej poznać jego naturę oraz stanowią punkt wyjścia do sterowania jego przebiegiem.

Projektowanie aparatury biotechnologicznej i prowadzenie bioprosesów wyróżnia się szeregiem cech szczególnych, nie występujących w innych technologiach przemysłowych. Należy tu przede wszystkim problem sterylizacji pożywek, powietrza i urządzeń oraz jałowości wielu operacji technologicznych. Pociąga to za sobą specjalne zapotrzebowanie na odpowiednią aparaturę i całe linie technologiczne. Innym problemem jest zapewnienie właściwego natlenienia środowiska biosyntezy lub biotransformacji w procesach tlenowych. Niska rozpuszczalność tlenu w środowisku wodnym, duże zapotrzebowanie na tlen przez komórki oraz duże opory na drodze jego przenikania z fazy gazowej do zawiesiny komórek w pożywce oraz do wnętrza skupień komórek, wymaga opracowywania efektywnych systemów napowietrzania i mieszania w bioreaktorach.

Zagadnieniem szczególnie trudnym dla inżynierów i technologów jest powiększenie skali procesów biologicznych. Prowadzone jest ono w sposób kompleksowy, przy użyciu różnych kryteriów charakteryzujących warunki mieszania i napowietrzania oraz aktywność materiału biologicznego.

Oddzielnym zagadnieniem inżynieryjnym jest opracowywanie procesów ciągłych. Sprawia ono wiele problemów w odniesieniu do właściwych procesów biologicznych, podczas gdy znacznie łatwiej można uzyskać ciągłe operacje chemicznych i fizycznych procesów towarzyszących. Jednakże opracowano również ciągłe procesy fermentacji (np. etanolowej), biosyntezy (np. kwasu asparaginowego) i biotransformacji (np. związków steroidowych). Niektóre z nich zostały wdrożone do praktyki przemysłowej. Dużym sukcesem inżynierów i technologów było opracowanie przedłużonego procesu okresowego, zmodyfikowanego przez zasilanie hodowli drobnoustrojów odpowiednimi składnikami pożywki, co prowadzi do znacznego podwyższenia efektywności procesu i uzyskanie większego końcowego stężenia produktu. Ten sposób postępowania jest szczególnie korzystny w odniesieniu do biosyntezy antybiotyków.

Procesy towarzyszące właściwym bioprosesom – poprzedzające je (np. przygotowanie pożywek, wytwarzanie sprężonego jałowego powietrza) oraz następujące po nich (wydzielanie i oczyszczenie bioproduktów) nie sprawiają obecnie większych problemów technicznych. Do sprawdzonych i szeroko stosowanych metod należą m.in. ciągła termiczna sterylizacja pożywek, ultrafiltracja, techniki chromatograficzne, liofilizacja i inne techniki zachowawczego suszenia labilnych produktów biotechnologicznych.

Wymienione w skrócie elementy inżynierii bioprosesowej nie wyczerpują podjętego tematu; nie jest też możliwe pełne zaprezentowanie tego obszernego działu biotechnologii w jednym zeszytcie naszego czasopisma. Do zagadnień tych będziemy powracać także i w innych numerach *Biotechnologii* – P.I.

Aleksander Chmiel