

## Od Redakcji



Punktem zwrotnym w rozwoju enzymologii był rok 1897, kiedy to Büchner jako pierwszy wyizolował enzymy z komórek drożdży i przeprowadził z ich pomocą proces fermentacji. Odkrycie to miało fundamentalne znaczenie — dowiodło, że działające w organizmach katalizatory mogą funkcjonować *in vitro*, niezależnie od innych, dowolnych procesów komórkowych. Praca Büchnera stała się potężnym stimulatorem badań nad izolacją i oczyszczaniem indywidualnych enzymów, które zaowocowały otrzymaniem w 1926 r. pierwszego homogennego białka enzymatycznego, ureazy, wydzielonej z fasoli przez Sumnera. Od tego czasu otrzymano w czystej postaci i scharakteryzowano kilka tysięcy różnych biokatalizatorów (przeszło dwa tysiące enzymów sklasyfikowano, przydzielając każdemu z nich indywidualny numer kodowy), wykazując, że ogromna ich większość to niezwykle delikatne białka globularne, podatne na denaturujące działanie rozmaitych czynników fizycznych i chemicznych. Badaniom struktury i funkcji enzymów towarzyszyły i nadal towarzyszą prace, których celem jest racjonalne wykorzystanie w praktyce gospodarczej i medycynie ich niezwyklej własności katalitycznych. Labilność struktury molekularnej enzymów utrudnia i znacznie podraża aplikację wielu enzymów w przemyśle, stąd duże znaczenie badań nad ich stabilizacją. Ogólnie ujmując, stabilność białka enzymatycznego można zwiększyć trzema metodami: 1) dodając substancję chroniącą enzym przed inaktywacją do środowiska, w którym się go przechowuje, lub w którym prowadzi się reakcję z jego udziałem, 2) chemicznie modyfi-



kując molekułę enzymu i 3) immobilizując enzym na powierzchni lub w masie jakiegoś stałego nośnika czy matrycy.

Immobilizacja enzymów, której pierwsze próby opisano w 1916 r. (Nelson i Griffith unieruchomili inwertazę drożdżową na węglu aktywnym i wykazali, że również ta forma enzymu jest aktywna), stanowi obecnie jedno z ważniejszych zagadnień z obszaru inżynierii enzymowej, rozumianej jako ta gałąź biotechnologii, która zajmuje się technologicznymi aspektami produkcji, oczyszczania, racjonalnej modyfikacji i aplikacji enzymów, przede wszystkim w przemyśle, w procesach prowadzonych w specjalnie skonstruowanych reaktorach.

Termin „immobilizowany enzym” uznano za obowiązujący w 1971 r., podczas pierwszej konferencji poświęconej inżynierii enzymowej, która odbyła się w Henniker w USA. Oznacza on heterogeniczną formę biokatalizatora, otrzymaną w wyniku sprzężenia natywnego enzymu z nierozpuszczalnym (najczęściej) nośnikiem, dzięki czemu następuje zasadnicze ograniczenie swobody poruszania się białka enzymatycznego w przestrzeni.

Enzymy immobilizowane pod wieloma względami przewyższają natywne. Charakteryzuje je znacznie większa stabilność przejawiająca się możliwością działania w wyższych temperaturach i w dłuższym czasie (stabilność operacyjna). Łatwo oddzielić tę formę biokatalizatora od innych reaktantów, co umożliwia zakończenie reakcji we właściwym momencie, otrzymanie produktu nie zanieczyszczonego enzymem i przede wszystkim — wielokrotne użycie tej samej porcji enzymu, czyli znaczne obniżenie kosztów całego procesu. Enzymy immobilizowane łatwo wykorzystać w procesach ciągłych, np. w reaktorach przepływowych. Wydajność takiego procesu reguluje się w pożądanym kierunku poprzez zmianę szybkości przepływu reaktantów przez układ.

Coraz większego znaczenia nabierają prace nad koimmobilizacją tak dobranego zestawu enzymów i kofaktorów, aby układ katalizował ciąg interesujących nas przekształceń substratu. Osobnym zagadnieniem, równie istotnym dla praktyki jest immobilizacja całych komórek, stosunkowo dobrze rozwinięta w przypadku mikroorganizmów, znacznie zaś gorzej dla komórek roślinnych i zwierzęcych.

Do tej pory na szerszą skalę wykorzystuje się zaledwie kilkanaście preparatów immobilizowanych enzymów, m.in. w izomeryzacji glukozy, produkcji aminokwasów, witamin, kwasów organicznych i półsyntetycznych antybiotyków, w transformacji steroidów, rozdzielaniu mieszanin racemicznych, a także w analityce i preparatyce biochemicznej (biosensory). W naszym kraju tego rodzaju technologie nie wyszły poza laboratoria naukowe, chociaż oferują one interesujące rozwiązania procesów z wykorzystaniem immobilizowanych enzymów. Tematykę tę będziemy kontynuować w następnych numerach naszego czasopisma.

Szczególne znaczenie mają dla nas opinie ekspertów. Obok artykułu omawiającego biotechnologię roślin uprawnych z przyjemnością po raz pierwszy przedstawiamy materiał dotyczący problemów związanych z patentowaniem form żywych. Zapraszamy do lektury.

Marianna Turkiewicz