



Biotechnologia i kształcenie w tym zakresie

Zdzisław Żak

Europejska Federacja Biotechnologii (EFB) definiuje biotechnologię następująco: „biotechnologia to integracja nauk przyrodniczych i inżynieryjnych w celu osiągnięcia zastosowań organizmów, komórek lub ich części oraz molekularnych analogów dla pozyskiwania produktów i usług”. Pojęcie biotechnologii pochodzi z lat siedemdziesiątych XX wieku. Tymczasem wykorzystywanie organizmów żywych dla produkcji sięga odległej epoki w rozwoju działalności gospodarczej człowieka. Wyróżniane są zasadnicze okresy: przedpasteurowski, przejściowy i nowoczesnej biotechnologii.

Początek okresu przedpasteurowskiego to prymitywne rolnictwo, gdy człowiek rozpoczynał uprawę roślin i hodowlę zwierząt udomowionych. Następnie wykorzystywane były surowce pochodzenia roślinnego i zwierzęcego do przetwarzania i dostosowywana ich do potrzeb żywieniowych człowieka. Między innymi otrzymywano zmodyfikowane produkty powstające w procesie fermentacji mlekowej, alkoholowej i octowej. Przejście na żywienie potrawami gotowanymi na ogniu było przełomem cywilizacyjnym i tworzyło warunki do przygotowywania zapasów pokarmów i napojów o dłuższej trwałości. Obróbka produktów pochodzenia zwierzęcego i roślinnego tworzyła warunki do gromadzenia zapasów na długie podróże na morzu. Procesy fermentacji zachodzące w cieście do wypieku chleba lub w produktach mlecznych i w sokach owocowych miały zastosowanie w rejonie Morza Śródziemnego od 7 tysięcy lat. Fermentacja drożdżowa wykorzystywana do wypieku pieczywa lub produkcji napojów alkoholowych ma bogatą tradycję technologiczną bez poznania zasadniczego czynnika realizującego produkcję alkoholu z cukru. Te podstawy teoretyczne poznano w epoce popasteurowskiej. Natomiast w ciągu tych wielu tysięcy lat stosowano pewne reguły antyseptyki przez wyparzenie kadzi oraz rozmnażano drożdże w postaci zaczynu do ciasta lub matki dla fermentacji alkoholowej.

Odkrycia XVIII i XIX wieku przygotowały poznanie podstaw molekularnych dla rozwoju nowoczesnej biotechnologii. Do wielkich kroków należy zaliczyć odkrycie przez Priestley'a tlenu jako niezbędnego czynnika w procesach utleniania i dla rozwoju organizmów żywych w atmosferze, wykazanie przez Scheele'go w latach 1770–1786, że z naturalnych materiałów różne typy fermentacji dostarczają: glicerynę, kwas cytrynowy, kwas mlekowy, kwas jabłkowy i kwas moczowy. Vauquelin i Robiquet otrzymali asparaginę, pierwszy aminokwas, a Payen i Persoz wyizolowali z kiełków pszenicy amylazę i wykazali jej katalityczną aktywność.

Odkrycia Ludwika Pasteura otwierają epokę przejściową ze świadomym wykorzystywaniem mikroorganizmów dla produkcji wielu wtórnych metabolitów. Berzelius w 1837 roku sugeruje, że procesy fermentacji mają naturę reakcji katalizowanych przy udziale katalitycznym enzymów. Ludwik Pasteur w latach 1854–1864 udowodnił, że drożdże fermentują cukier gronowy do etanolu i tlen jest czynnikiem hamującym fermentację. Stulecie od połowy wieku XIX do końca II Wojny Światowej jest okresem burzliwego rozwoju mikrobiologii i możliwości wykorzystywania mikroorganizmów do produkcji. Brefield w roku 1872 otrzymał czyste kultury pleśni, a pięć lat później Lister wyosobnił czyste kultury bakterii. Pod koniec I Wojny Światowej Weizmann wyosobnił pałeczki z rodzaju *Clostridium*, których produktami



wtórnymi fermentacji acetonowo-butanolowej są aceton i butanol. Butanol stał się surowcem do produkcji kauczuku, a aceton do produkcji materiałów wybuchowych.

Zapał badawczy rozniecony przez Ludwika Pasteura, z jego udziałem w rozwiązywaniu istotnych problemów gospodarczych i zdrowotnych społeczeństwa XIX-wiecznej Europy, stał się zarzewiem badania mikroorganizmów. Tworzenie gruntownych podstaw nauki o mikroorganizmach rozpoczął od udowodnienia, że każdy typ fermentacji jest powodowany przez określony rodzaj mikroorganizmów. Wykazał obecność organizmów rozwijających się w warunkach tlenowych i beztlenowych. Wprowadził metodykę hodowli mikroorganizmów, która obowiązuje do dziś. Jej główne zasady to: praca w warunkach sterylnych, selekcja i prowadzenie czystych hodowli, pożywki o określonym składzie chemicznym, ilościowe obserwacje prędkości wzrostu hodowli. Udowodnił, że psucie się produktów mięsnych jest powodowane zakażeniem bakteryjnym. Wielkim sukcesem badawczym na miarę współczesnej mu biotechnologii było przekonanie producentów wina i piwa, aby zostały wdrożone na skalę produkcyjną wyniki badań laboratoryjnych. Proces pasteryzacji został zastosowany w technologii wina i piwa. Szybko zauważono poprawę jakości tych napojów, a producenci po zastosowaniu metod proponowanych przez Pasteura w krótkim czasie uzyskali bardzo znaczny wzrost nabywców. Ratował zakażone hodowle jedwabników i owiec we Francji. Stało się to możliwe po wykazaniu, że można osłabiać zjadliwość chorobotwórczych bakterii. On właśnie przygotował szczepionki profilaktyczne przeciw węglikowi owiec, cholercie drobiu i różycy świń. Ponadto badania nad wścieklizną były uwieńczone sukcesem przez produkcję skutecznej szczepionki zastosowanej do ratowania ludzi. Na spotkaniu w Orleanie w 1867 roku Pasteur wypowiedział opinię, która jest aktualna do dnia dzisiejszego i jednocześnie jest drogowskazem dla młodych naukowców rozpoczynających swoją działalność w biotechnologii XXI wieku, a mianowicie: „Nic nie sprawia większej radości temu, który oddał swoje życie nauce, niż powiększanie liczby odkryć. A jeśli widzi się ich bezpośrednie znaczenie praktyczne – radość ta sięga szczytów.”

Otwarta droga rozwoju mikrobiologii w drugiej połowie XIX wieku doprowadziła do odkryć i zastosowań w różnych dziedzinach gospodarczych Europy i Ameryki. W okresie pokoju i podczas obu wojen światowych XX wieku niebagatelne znaczenie miało zaopatrzenie w szczepionki, materiały wybuchowe, kauczuk i wzrost trwałości przechowywanej żywności.

Okres nowoczesnej biotechnologii otwiera odkrycie penicyliny przez Fleminga w 1942 roku. Rozpoczął się burzliwy rozwój wielkoprzemysłowej produkcji antybiotyków, witamin, nukleotydów, hormonów roślinnych. W ramach troski o większą wydajność i jednorodność otrzymywanych produktów zaczęto stosować obok selekcji szczepów mikroorganizmów ich ulepszanie przez mutagenizację. Rozwój metod badania materiału genetycznego pozwolił ulepszać szczepy produkcyjne stosując diploidyzację, hybrydyzację i konstrukcję nowych genotypów metodami inżynierii genetycznej. Ten rozwój nowoczesnej biotechnologii rozpoczęty w latach siedemdziesiątych XX wieku poza rozwojem genetyki molekularnej i metod inżynierii genetycznej doprowadził do sukcesów w rozwiązaniach technologicznych. Inżynieria bioprocessorowa jest gałęzią techniczną zajmująca się ulepszaniem konstrukcji bioreaktorów i urządzeń kontrolujących warunki fizyko-chemiczne podczas przebiegu cyklu produkcyjnego.

Koniec XX wieku to sukcesy w zakresie badań biologii molekularnej. Wyrazem tego stanu rzeczy jest liczba grup badawczych uzyskujących nagrody Nobla z zakresu biologii, chemii i medycyny. Erwin



Neher i Bert Sakman z Niemiec (Nobel – z medycyny i fizjologii – 1991) za osiągnięcia w neurobiologii – za opracowanie metody pomiaru zmian potencjału błonowego i roli kanałów jonowych w przewodzeniu bodźców nerwowych. Edwin Krebs i Edmond Fischer z USA (Nobel z medycyny i fizjologii – 1992) za określenie roli kinaz białkowych w transmisji sygnałów zewnętrzny-komórkowych. Philip A. Sharp i Richard J. Roberts z USA otrzymali nagrodę Nobla z medycyny i fizjologii (1993) za wykrycie intronów. Michael J. Smith z USA (Nobel z chemii – 1993) za ukierunkowaną mutagenezę i Kary Mullis z USA (Nobel z chemii – 1993) za reakcję łańcuchową polimerazy. Mamin Rodbell i Alfred Gilman z USA (Nobel z medycyny i fizjologii – 1994) za odkrycie białek G i ustalenie ich roli w przekazywaniu sygnałów między komórkami. Christine Nusslein-Volhard z Niemiec, Edward Lewis z USA i Erica Wieschausa z Szwajcarii (Nobel z medycyny i fizjologii – 1995) za odkrycie i opisanie genów kontrolujących powstawanie osi ciała zarodka i udział mechanizmów sygnalizacji w determinacji tych osi. Odkrycie dotyczyło odpowiedzi na pytanie: w jaki sposób genetycznie zakodowana informacja w DNA może służyć jako instrukcja przestrzenna dla rozwoju zarodka. Peter C. Doherty z USA i Rolf M. Zinkernagel z Szwajcarii (Nobel z fizjologii i medycyny – 1996) są odkrywcami restrykcji MHC – głównego kompleksu zgodności tkankowej. Zabijanie komórek zakażonych wirusem przez limfocyty uczulone zachodzi wtedy, gdy limfocyty mogą rozpoznać na zabijanych komórkach nie tylko wirusa, lecz także własne cząsteczki MHC. Okazało się, że jest to uniwersalny mechanizm rozpoznawania obcego (antygeny) i własnej MHC w systemie odpornościowym. W 1997 roku Jens Christian Skou z Danii otrzymał nagrodę Nobla z chemii za odkrycie ATPazy $\text{Na}^+\text{-K}^+$. ATPaza $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ma znaczenie dla przywracania stanu spoczynkowego komórek nerwowych i mięśniowych po wytworzeniu potencjału czynnościowego, a także regulacji objętości komórek i transportu aktywnego wtórnego, w którym gradient stężeń jonów sodu i potasu jest wykorzystywany do transportu cukrów, aminokwasów i szeregu jonów wbrew gradientowi ich stężeń. W 1997 roku została przyznana kontrowersyjna nagroda Nobla z dziedziny medycyny i fizjologii Stanleyowi B. Prusinerowi z Kalifornii, John'owi Collinge'owi z Londynu i Moiry Bruce z Edynburga za wykazanie czynników infekcyjnych składających się z patologicznych białek nazwanych prionami. Priony wywołują choroby: kuru, Gerstmana-Strausslera-Scheinkera, śmiertelnej bezsenności i szalonych krów.

Współczesne osiągnięcia poznawcze w biologii molekularnej objęte sukcesami nagród Nobla i spoza tego zasięgu mają zastosowanie do procesów biotechnologicznych. Rozpowszechnienie metod klonowania w ramach inżynierii genetycznej u drobnoustrojów i w roślinach prowadzi do produkcji białek pochodzenia zwierzęcego lub ludzkiego, jak np. białka układu immunologicznego i enzymów. Enzymy są wykorzystywane w technologii w postaci wolnej lub unieruchomionej na nośnikach chromatograficznych, a specjalne odczyny biochemiczne i metody analityczne mają znaczenie w diagnostyce lekarskiej. Przełom wieków i tysiącleci prowokuje do przewidywań. Intensywny rozwój badań biologicznych zapowiada w XXI wieku dominującą rolę dla biotechnologii.

Biotechnologia w XXI wieku powinna być dziedziną absorbującą zainteresowania młodych pokoleń Polaków. W różnych uczelniach rozwijane są kierunki studiów biotechnologicznych. Powstają te kierunki na uniwersytetach, w akademiach rolniczych i na politechnikach. W roku akademickim 1996/97 na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego został otwarty kierunek studiów biotechnologicznych. Organizatorem programu studiów jest Instytut Biologii Molekularnej UJ, przy udziale



© Copyright by ZamKor
P. Sagnowski i Wspólnicy spółka jawna
ul. Tetmajera 19, 31-352 Kraków
tel. +48 12 623 25 00
faks +48 12 623 25 24

e-mail: zamkor@zamkor.pl
adres serwisu: chemia.zamkor.pl



strona 4/4

innych Instytutów Wydziału Biologii, Chemii, Fizyki i Matematyki oraz Collegium Medicum i specjalistów z Uniwersytetu Rolniczego i Politechniki Krakowskiej. Absolwenci są przygotowani w dziedzinach podstawowych, a w szczególności z biotechnologii molekularnej. Program studiów obejmuje przedmioty obowiązkowe oraz przedmioty do wyboru ze specjalnościami biochemiczną, biofizyczną i biologii molekularnej. System zaliczeń poszczególnych kursów jest związany z systemem kredytowym przy założeniu dwustopniowych studiów: trzyletnie licencjackie i pięcioletnie magisterskie. Do uzyskania stopnia magistra biotechnologii jest konieczne zaliczenie zajęć objętych sumą punktów w wymiarze 3000 (punkt odpowiada 1 godzinie lekcyjnej zajęć dydaktycznych). W ramach studiów przewidziana jest potrzeba wykazania się znajomością języka angielskiego na poziomie zaawansowanym oraz zaliczenie kursów z przedmiotów humanistycznych. Ponadto są przewidziane praktyki krajowe i staże zagraniczne. W ramach programu edukacyjnego SOCRATES/Erasmus Instytut zawarł umowy z 6 europejskimi uniwersytetami. Uniwersytecki kierunek biotechnologii w uczelniach Krakowa, Wrocławia, Gdańska i Łodzi jest oparty o program, w którym przewagę stanowią kursy o profilu biologiczno-medycznym. Natomiast studia w akademiach rolniczych zmagają się w kierunku technologii przemysłu spożywczego, a w politechnicznych obok aspektów produkcyjnych biotechnologia ma zastosowanie w zakresie ochrony środowiska naturalnego.

Podziękowania dla Fundacji „PRO CHEMIA” przy Wydziale Chemii UJ za zgodę na przedruk artykułu z czasopisma „Niedziałki” (źródło: „Niedziałki” 5/2000 (38), s. 81–83).

