

Jan BARCISZEWSKI

Instytut Chemii Bioorganicznej PAN  
Poznań

Biotechnologia otacza nas, a od kilku lat obserwujemy szczególne zainteresowanie tym zagadnieniem. Termin biotechnologia stał się stałym elementem słownika nie tylko naukowców, praktyków, ale także polityków. Niemal każde państwo, każdy rząd uwzględnia w swoim programie działania na najbliższy okres szybki rozwój biotechnologii. W naszym kraju zaliczona ona została do pięciu priorytetowych kierunków rozwoju.

Dla czytelnika może okazać się to niezrozumiałe, dlaczego nagle wszyscy mówią o biotechnologii, skoro jest ona właściwie wynalazkiem epoki kamiennej. Produkcja napojów alkoholowych, jak wino i piwo, należy do najdawniej znanych osiągnięć w tej dziedzinie. W starożytności oczywiście nie rozumiano procesów zachodzących w biochemii i mikrobiologii, a także nie do końca zdawano sobie sprawę, że obserwowana fermentacja była powodowana przez mikroorganizmy, które obecne były w otoczeniu lub jako domieszki surowców. Są również dowody, że w Egipcie około 1500 r. p.n.e. były dostępne prawie czyste drożdże. Piwo, ówczesny produkt biotechnologii, było cennym środkiem płatniczym. Robotnik w Semarii otrzymywał 1 litr piwa dziennie, podczas gdy funkcjonariusz państwowy zarabiał 3-5 litrów za jeden dzień pracy. Podobnie wyglądała produkcja chleba oraz innych produktów żywnościowych.

Co zatem obecnie rozumiemy pod pojęciem biotechnologii? Zanim odpowiemy na to pytanie przypomnijmy, że ostatnio nauka, a biotechnologia w szczególności (podobnie zresztą jak całe społeczeństwo) jest pod dużym wpływem środków masowego przekazu, które z dużą łatwością zastępują przyczyny gładkimi sloganami i kolorowymi przezroczkami. Wróćmy jednak do określenia biotechnologii jako dowolnego procesu wykorzystującego żywe komórki do przemiany jednego związku chemicznego w inny. W ciągu ostatnich 10 lat biotechnologia wyrosła na nową dyscyplinę, a to dzięki poznaniu i zastosowaniu techniki inżynierii genetycznej. Wiąże się z nią nowe potencjalne możliwości wykorzystania zdobyczy nauki dla ochrony zdrowia oraz uzyskania oszczędności ekonomicznych.

Dobrym przykładem ścisłych związków między nauką i praktyką - czyli postępu naukowo-technicznego - był Louis Pasteur. Odkrył on przyczynę kwaśnienia wina i piwa, powodując wielkie oszczędności w swoim kraju, a także w Anglii i Niemczech; zapobiegł dewastacji w przemyśle jedwabniczym poprzez identyfikację pasożytów jedwabnika itd. Zrozumienie właściwości mikroorganizmów było w jego czasach tym samym narzędziem, jakim są obecnie dla nas techniki inżynierii genetycznej, np. rekombinacji kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA). Zaczyna się tutaj jawić pewne zróżnicowanie w pojęciu biotechnologii. W związku z tym możemy tę nową dyscyplinę podzielić na biotechnologię klasyczną (tradycyjną), w której wykorzystuje się organizmy (wirusy, bakterie, grzyby, rośliny lub zwierzęta) występujące naturalnie lub otrzymane w wyniku mutacji bez wprowadzenia obcego materiału genetycznego; oraz na biotechnologię nowoczesną (nową) wykorzystującą organizmy, które zawierają obcy materiał genetyczny wprowadzony intencjonalnie do genomu (całkowita informacja zawarta w każdej komórce). Teraz łatwo zauważymy, że biotechnologia klasyczna odnosi się np. do znanego już wykorzystania mikroorganizmów w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym (jogurt, sery, piwo, wino itd.) oraz do hodowli nowych odmian roślin i zwierząt. Te nowe odmiany w biotechnologii klasycznej otrzymywane są przez modyfikację genomu danego organizmu w wyniku krzyżowania oraz selekcji mutantów. Tradycyjna biotechnologia wykorzystywana w przemyśle farmaceutycznym, chemicznym i rolno-spożywczym charakteryzuje się małym zagrożeniem w stosunku do pracowników tam zatrudnionych, konsumentów oraz środowiska naturalnego. Ewentualne zagrożenia są dobrze znane i wiadomo jak należy postępować z modyfikowanymi genotypami. Każdy z nas codziennie styka się z tym typem biotechnologii, nie zdając sobie niekiedy w pełni sprawy z tego faktu. Osiągnięcia są tutaj wielkie. Przykładowo: wiadomo, że obecnie 65 krajów na świecie jest eksporterem zboża. Stan ten osiągnięto w wyniku wielu czynników jak np: nawadnianie, nawożenie mineralne, ochrona roślin przy zwiększeniu arealu



upraw. Głównym jednak czynnikiem było wprowadzenie nowych odmian. Genetyka roślin wpłynęła decydująco na wielkośći zbiorów. Wydajność pszenicy w krajach europejskich uległa potrojeniu od 1960 r. uzyskując aktualnie poziom 4,4 t z ha, natomiast w analogicznym okresie wydajność ryżu wzrosła z 1,2 do 3,2 t z ha.

Hodowla roślin datuje się od czasów, kiedy człowiek zrozumiał, że zboże i zwierzęta hodowlane mogą być krzyżowane i selekcyjonowane do produkcji pożądaných fenotypów (zespół zewnętrznych cech organizmu). Na powyższym założeniu oparty jest obecny status socjoekonomiczny biotechnologii.

Techniki inżynierii genetycznej, które tworzą podstawę nowoczesnej biotechnologii oferują szybszą i bardziej precyzyjną produkcję najlepszych, optymalnych fenotypów. Metody te dadzą nowe możliwości ochrony zbóż oraz zwierząt, zwiększenie ilości, wartości odżywczych i jakości jak np.:

1) podwyższenie odporności zbóż na pestycydy, choroby i inne stresy pochodzące z otoczenia (susza, mrozy, zasolenie);

2) modulowanie wzrostu roślin poprzez środki ochrony roślin w celu otrzymania ulepszonych gatunków o lepszym plonowaniu, odpowiednio do dalszego przetwarzania i przyswajalnego przez konsumenta;

3) zwiększenie właściwości odżywczych zbóż;

4) zwiększenie wzrostu poprzez bardziej efektywną utylizację składników mineralnych lub przez umożliwienie roślinom przyswajania azotu atmosferycznego zamiast stosowania nawozów.

Wynika z tego jednocześnie, że wykorzystanie nowoczesnej biotechnologii może dać istotny wkład do rozwiązania problemu głodu w niektórych krajach. Połączenie tradycyjnych metod z nowymi jak: splicing (przetwarzanie, składanie) genów, fuzja protoplastów, hodowle komórkowe czy klonowanie genów stworzyło, jak widać, nowe biotechnologie dające człowiekowi nie spotykane dotąd szanse uzyskiwania ulepszonych lub nowych produktów niezbędnych w ochronie zdrowia, a także dla zrównoważenia bilansu żywnościowego.

Nowoczesna biotechnologia jest dziedziną, w której pieniądze są oczywiście podstawowym, ale nie jedynym gwarantem sukcesu. Są to sumy duże i niezbędne jak na nasze obecne warunki. Najważniejszym jednak czynnikiem są tutaj dobre pomysły i nowe idee. Stan taki może być osiągnięty, jeśli potrafimy również w naszym kraju rozwinąć odpowiedni system naboru i szkolenia młodych kadr. Dobrze się składa,

że w tej dziedzinie widoczne są postępy. Znaczne zainteresowanie nowymi biotechnologiami uzasadnione jest również tym, że zasadniczo wszystkie tematy badań podstawowych mogą mieć praktyczne zastosowanie.

Chcąc rozwijać tę gałąź gospodarki narodowej (można użyć chyba takiego określenia) należy mieć rozeznanie w badaniach podstawowych. Należy te informacje umieć zbierać, klasyfikować oraz wykorzystywać. W tym obszarze dość niespodziewanie w ciągu 3 ostatnich lat wyrosła jak gdyby nowa gałąź wiedzy, którą można nazwać bioinformatyką. Określenie to obejmuje działania z pogranicza technologii informacyjnej oraz biotechnologii. Te działania muszą opierać się na ścisłej współpracy między naukowcami zajmującymi się biologią molekularną a ekspertami w dziedzinie komputerów (hardware) i oprogramowań (software). Powstaje tutaj pytanie jakie informacje są tu obiektem zainteresowań? Podstawą nowoczesnej biotechnologii są zarówno różne banki danych jak i zbiory zawierające: sekwencje (kolejność ułożenia zasad) kwasów nukleinowych, peptydów, dane strukturalne o biopolimerach, mapy genetyczne, wektory do sekwencyjonowania kwasów nukleinowych, kolekcje szczepów bakterii, grzybów, linii komórkowych oraz monoklonalnych przeciwciał. Obecnie na świecie istnieje ponad 20 banków danych obejmujących powyższe informacje, głównie w Stanach Zjednoczonych i Japonii. Specyficzne zbiory znajdują się także w RFN, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii i Francji. W krajach RWPG jedynie ZSSR dysponuje bankami danych, z których największy GeneExpress dostępny jest dla pozostałych państw-członków RWPG. Gromadzenie i przechowywanie informacji w poszczególnych zbiorach lub bankach jest oczywiście kosztowne, ale znacznie istotniejsze jest posiadanie odpowiedniej infrastruktury systemu. Nietrudno wyobrazić sobie dużą maszynę stanowiącą podstawę systemu powiązanego z licznymi lokalnymi (mniejszymi bankami), a całość dostępna za pomocą linii telefonicznych dla użytkownika, w tym przypadku pracownika naukowego wyposażonego w komputer osobisty.

Wydaje się również, że informacje w bankach powinny być gromadzone w trzech obszarach: pierwszy obejmowałby sekwencje DNA, sekwencje peptydów, wektory oraz mapy genetyczne. Drugi zawierałby dane strukturalne o biopolimerach, a trzeci pokrywałby kolekcje szczepów, linii komórkowych, enzymów restrykcyjnych i innych oraz przeciwciał monoklonalnych. W zależności od potrzeb nowe obszary mogą być wydzielone. Niezwykle istotne jest, aby w



każdym z nich dostępne były odpowiednie programy niezbędne dla pełnego wykorzystania innych.

Jak już wspomniano, biotechnologia w naszym kraju zaliczona została (i bardzo słusznie) do kierunków priorytetowych. Aby ta dziedzina mogła się racjonalnie rozwijać, należy zbierać informacje, tworzyć banki i zbiory tam, gdzie to jest możliwe i gdzie są wyraźne osiągnięcia w badaniach podstawowych. Inne informacje, których nam brakuje można otrzymać w ramach wymiany lub po prostu kupić. W tych wysiłkach musimy być dostatecznie aktywni, aby nie pozostać zbyt daleko w tyle.

# Inżynieria genetyczna roślin

Andrzej JOACHIMIAK  
Instytut Chemii Bioorganicznej PAN  
Poznań

## WPROWADZENIE

Przez tysiące lat rozwoju cywilizacji ludzie poznali i nauczyli się uprawiać wiele roślin, które zaspokajały ich podstawowe potrzeby w zakresie żywności, odzieży, energii, leków itp. Powolna selekcja roślin doprowadziła do wydzielenia bardziej plennych gatunków i odmian. Odkrycie mendelowskich praw dziedziczenia spowodowało, że selekcja odmian mogła odbywać się efektywniej i z możliwym do przewidzenia rezultatem.

Od początku XX wieku klasyczna genetyka roślin skutecznie wspierała szybki postęp w doskonaleniu właściwości wielu roślin ważnych gospodarczo. Przyczyniła się ona m. in. do wzrostu wydajności i poprawy jakości roślin, pokonania naturalnych barier krzyżowania, rozszerzenia różnorodności genetycznej, co w konsekwencji pozwoliło na lepsze dostosowanie roślin do specyficznych warunków uprawy (szerszy zakres geograficzny i glebowy, zwiększenie odporności na choroby, pasożyty i susze, lepsze wykorzystanie nawozów itp.) (1,2,4). Odnotowano też znaczące sukcesy w selekcji odmian np. o zwiększonej zawartości białek czy olejów i o podwyższonej wartości odżywczej i ulepszonych ważnych cechach plonu. Najlepszymi przykładami osiągnięć genetyki klasycznej to powszechne zastosowanie w uprawie hybrydowej kukurydzy w latach trzydziestych oraz użycie nowych plennych odmian pszenicy w "zielonej rewolucji" lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych naszego stulecia (1,3).

Bardzo trudno jest określić, w jakim stopniu genetyka stosowana wpłynęła na wysokość zbiorów w XX w., gdyż jednocześnie doskonalono w rolnictwie organizację pracy, agrotechnikę, stosowanie irygacji, herbicydów i sztucznego nawożenia. Różne oceny wskazują, że wkład genetyki we wzrost plonów sięga 50%, głównie poprzez selekcje plenniejszych odmian (1).

Sukcesy klasycznej genetyki opierają się zasadniczo na zastosowaniu różnych metod krzyżowania roślin oraz na technikach prowadzących do zmiany liczby chromosomów (2). Jednakże techniki te napotykają na szereg ograniczeń. Wiele