

**dr Alojzy Morzyniec**  
**Zakład Filozofii**  
**Wydział Nauk Społecznych Stosowanych**  
**Akademii Górniczo-Hutniczej**

## **Inżynieria genetyczna a postęp biotechnologiczny**

### **Streszczenie**

W moim referacie pragnę zasygnalizować znaczenie i ogromny wpływ na kierunki rozwojowe współczesnej biotechnologii gwałtownie rozwijającej się inżynierii genetycznej. Biotechnologia oparta na inżynierii genetycznej staje się w wysokorozwiniętych państwach coraz ważniejszym składnikiem nowoczesnego przemysłu żywnościowego, farmaceutycznego, hodowlanego i medycznego.

Odgrywa także wzrastającą rolę w produkcji paliw i w ochronie naturalnego środowiska życia człowieka. W referacie skupiam się na ekspozycji niektórych bezprecedensowych osiągnięć biotechnologicznych. Wskazuję na ich dobre i złe strony, zwłaszcza wobec dość powszechnych obaw przed np. spożywaniem transgenicznej (zmodyfikowanej genetycznie) żywności. Obawy te składają się na ważne przyczyny hamujące w naszym kraju rozwój przemysłu biotechnologicznego. Może to w przyszłości skutkować wieloma brakami, zwłaszcza w odniesieniu do biologicznej kondycji człowieka i jego możliwości w ochronie środowiska.

Biotechnologia jest jednym z najstarszych sposobów ludzkiej produktywności celem zaspokajania podstawowych potrzeb człowieka. Większość metod wynalezionych w odległej przeszłości jest nadal stosowana i przydatna. Ich podstawą są znane od tysiącleci zasady hodowli zwierząt, uprawy roślin i wykorzystywanie mikroorganizmów do produkcji środków żywnościowych - chleba,

### **Wstęp**

Biotechnologia jest interdyscyplinarną dziedziną nauki i gospodarki, obejmującą różne kierunki technicznego wykorzystania materiałów i procesów biologicznych. Wprawdzie termin *biotechnologia* został wprowadzony do piśmiennictwa naukowego w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku, niemniej działalność nazywana dziś biotechnologiczną jest uprawiana na skalę przemysłową od tysięcy lat. Najstarszą jej część stanowią procesy mikrobiologiczne, głównie fermentacyjne, dzięki którym otrzymuje się różne środki, przede wszystkim żywnościowe - chleb, przetwory mleczne, roślinne, różne rodzaje win, piwa. Procesy fermentacyjne były przez tysiąclecia udoskonalane. Ich początki sięgają czasów sprzed 10 tysięcy lat, i sądzi się, że ich kolebką były tereny dorzecza słynnych rzek - Tygrysu, Eufratu i Nilu, oraz Półwyspu Indyjskiego i Dalekiego Wschodu.<sup>1</sup> Wielowiekowe doświadczenia i późniejszy rozwój nauki i techniki złożyły się na dzisiejsze nowoczesne

---

<sup>1</sup> Por.: A. Chmiel, *Biotechnologia. Podstawy mikrobiologiczne i biochemiczne*, PWN, Warszawa 1998.

technologie fermentacyjne w przemyśle spożywczym. W połowie XIX wieku poznano, dzięki rozwojowi chemii i biologii, naturę tych procesów. Przełomowe okazały się badania Ludwika Pasteura (1822-1895), który wyjaśnił w 1857 roku rolę drożdży w fermentacji cukru gronowego w wyniku której powstaje wino. Dzięki osiągnięciom Pasteura wprowadzono do praktyki przemysłowej i farmaceutycznej czyste kultury pleśni i drożdży, oraz bakterii. Zapoczątkowało to rozległe badania procesów mikrobiologicznych dzięki którym powstały nowe biosyntezy przemysłowe. W 1880 roku rozpoczęto produkcję drożdży piekarskich, w 1881 roku powstała pierwsza fabryka kwasu mlekowego, zaś w 1883 roku wprowadzono czyste kultury drożdży w produkcji piwa. Pod koniec XIX wieku zastosowano biotechnologię do oczyszczania ścieków techniką złoża zraszanego, na którym mogła rozwijać się mikroflora rozkładająca szkodliwe dla życia składniki wód ściekowych. XX wiek przynosi prawdziwy przełom w rozwoju badań biotechnologicznych i w powstaniu dzięki nim wynalazków odgrywających coraz to większe znaczenie w naszym życiu. Przykładowo wielkim osiągnięciem było - w drugiej dekadzie wieku - zastosowanie procesu fermentacji acetonowo-butanolowej, w wyniku której uzyskano niezbędny surowiec do produkcji syntetycznego kauczuku, a ponadto acetonu (który niestety posłużył do produkcji materiałów wybuchowych zastosowanych na szeroką skalę w Wojnie Światowej) i glicerolu - bardzo ważnych substancji w przemyśle chemicznym. Niezwykle ważnym wydarzeniem było uruchomienie w 1933 roku przemysłowej produkcji etanolu z hydrolizatów drewna. Zapoczątkowało to nowy kierunek w biotechnologii - wykorzystywanie i produkcję niekonwencjonalnych materiałów biotechnologicznych. Doprowadziło to do zaskakujących o przełomowym znaczeniu wynalazków. Należy do nich w pierwszej kolejności penicylina ratująca życie tysiącom rannych żołnierzy pod koniec II Wojny Światowej. W wyniku współpracy nauk biologicznych, chemicznych i inżynierskich opracowano do lat 70 metody produkcji ponad 100 antybiotyków, kilkunastu enzymów i aminokwasów, dwóch witamin i innych nieocenionych leków. Izolowano tysiące szczepów mikrobiologicznych pochodzących ze środowisk naturalnych i opracowano sposoby ich ulepszania na drodze tradycyjnej. Nastąpił też zasadniczy postęp w konstrukcji bioreaktorów, w technice prowadzenia bioprocessów. Osobnym działem, także zaliczanym do biotechnologii, jest udoskonalanie hodowli zwierząt<sup>2</sup> i uprawy roślin. Nie sposób omówić osiągnięć ludzkości jakie miały miejsce w tej dziedzinie w ciągu ostatnich 10 tysięcy lat<sup>3</sup>.

## 1. Współczesna biotechnologia

Począwszy od lat 70 ubiegłego wieku nastąpił gwałtowny rozwój biologii molekularnej, genetyki, biochemii, biofizyki, technik laboratoryjnych i informatycznych. Wiedza o biologii życia niepomiarowo wzrosła. Doprowadziło to do prawdziwej fali przełomowych odkryć, wielokrotnie honorowanych Nagrodami Nobla. W efekcie nastąpiły rewolucyjne zmiany w biotechnologii, która w dużej mierze wykorzystuje techniki inżynierii genetycznej. Biotechnologia staje się jednym z wielkich przemysłów świata. Wśród nich dominują:

a/ przemysł farmaceutyczny

b/ uprawa roślin genetycznie zmodyfikowanych i produkcja żywności;

---

<sup>2</sup> Por.: L. Zwierzchowski, K. Jaszczak, J.A. Modliński, (red), *Biotechnologia zwierząt*, PWN, Warszawa 1997.

<sup>3</sup> M.J. Reiss, R. Straughan, *Poprawianie natury*, Amber, Warszawa 1997, s.10-13.

c/ hodowla transgenicznych zwierząt i poszukiwanie sposobów na poprawę kondycji biologicznej człowieka;

d/ ochrona środowiska i poszukiwanie odnawialnych środków energetycznych.

W pełnym artykule rozwinę powyższe tematy, zaś w niniejszym referacie pragnę zwrócić jedynie uwagę na te pozycje badań biotechnologicznych, które w szczególności w naszym kraju budzą ogromne kontrowersje, które już skutkują marginalizowaniem niektórych praktyk badawczych, uznanych mocą nieuzasadnionych uprzedzeń za sprzeczne z naturą, bądź za szkodliwe dla człowieka.

## 2. Przemysł farmaceutyczny

Przemysł farmaceutyczny bazujący na nowoczesnej biotechnologii, czyli opartej na inżynierii genetycznej wykorzystującej najnowsze zdobycze nauki, techniki i informatyki osiąga coraz większe sukcesy miarą czego są niekoniernie gwałtownie wzrastające zyski potężnych światowych koncernów, ale przede wszystkim miarą tą jest ilość ludzi, którym nowoczesne lekarstwa przywróciły zdrowie, bądź dają nadzieję na zwalczenie chorób dotąd uchodzących za nieuleczalne. Skutkuje to m.in. przedłużaniem średniej życia tych społeczeństw, które stać na zakup stosownych leków i tym samym poprawą ich biologicznej i psychicznej kondycji. Sprawia to niestety kłopoty państwowej opiece społecznej, ale to jest oddzielne zagadnienie. Nie będzie przesadnym stwierdzenie, że przemysł farmaceutyczny służy coraz lepiej człowiekowi w miarę jak nauka poznaje coraz więcej tajemnic życia. Tym samym powoli zbliżamy się do wyprodukowania wymarzonego przez pokolenia alchemików eliksiru życia.<sup>4</sup> Warto wymienić niektóre z ważniejszych osiągnięć:

- ludzka insulina dzięki której mogą normalnie żyć chorzy na cukrzycę;
- szczepionki przeciwko grypie, żółtacze typu b i niektórym typom nowotworów;
- hormon wzrostu;
- lekarstwo rozpuszczające skrzepy krwi (do jego produkcji wykorzystano pewne składniki zawarte w ślinie pijawek);
- w stadium zaawansowanym są przygotowania do produkcji nowe o przełomowym znaczeniu lekarstwa (obecnie prowadzi się testy laboratoryjne).

Wydaje się, że przemysł farmaceutyczny, poza drobnymi „wpadkami,” rozwija się w dobrym kierunku nie tylko dla człowieka, ale wszystkich istot żywych odczuwających ból - naszych krewniaków zwierząt.

## 3. Transgeniczne rośliny

Manipulacja biotechnologiczna na roślinach wzbudza - rzecz jasna - największe kontrowersje z punktu widzenia równowagi ekosystemu, naturalnego otoczenia człowieka.. Już obecnie uprawia się, głównie w USA, Chinach i Indiach, rośliny będące głównym pokarmem ludzi i zwierząt (np. 60% soi). Unia Europejska podchodzi bardzo nieufnie do tych praktyk, zaś rząd Polski zmierza - jak się wydaje - do objęcia całkowitym zakazem nawet doświadczeń laboratoryjnych nad transgenicznymi roślinami i w ogóle manipulacji genetycznych;

---

<sup>4</sup> Por.: O. Kasser, R.H. Muller (red.), *Biotechnologia farmaceutyczna*, Wyd. Lek .PZWL, Warszawa 2003

- produkuje się warzywa i owoce pozbawione genów odpowiedzialnych za szybką utratę wartości odżywczych, głównie za sprawą bakterii gnilnych. Tą drogą powstała w USA m.in. specjalna odmiana pomidorów o większej trwałości i lepszych walorach smakowych i chyba zdrowotnych;
- transgeniczne rośliny wprowadza się do upraw celem wyeliminowania strat powodowanych przez owady np. mszyce, gąsienice, szarańcze choroby wirusowe. Szacuje się, że straty - mimo stosowania kosztownych i groźnych dla środowiska substancji, sięgają od 30 do 80%;
- modyfikowane genetycznie rośliny uprawia się w coraz większej mierze celem pozyskania niektórych leków; tą drogą produkuje się m.in. osocze krwi, co ma podstawowe znaczenie dla wyznawców tych religii, które zabraniają transfuzje ludzkiej krwi;
- duże nadzieje są pokładane w możliwości wyhodowania takich roślin, które będą odporne na przymrozki i suszę. Woda zamarzająca w komórkach rozsadza je, bo lód zwiększa swą objętość. Wiemy jednak, że woda nie zawierająca tzw. zarodków krystalizacyjnych może zachować płynność nawet do  $-5^{\circ}\text{C}$  - jest w stanie przechłodzonym. Zabieg polega więc tu na usunięciu z genomu rośliny elementów kierujących produkcją białka krystalizacyjnego. Warto wspomnieć, że Międzynarodowe Centrum Ziemiaka, w ramach prac nad mrozoodpornym rodzajem tej rośliny, wszczepiło odpowiednie geny ryby arktycznej do DNA ziemiaka. W ten sposób uzyskano odmianę ziemiaka odpornego na przymrozki (spowodowało to protesty wegetarianów).
- w Afryce w niektórych rejonach panują długotrwałe susze uniemożliwiające uprawę niezbędnych do życia roślin. Obserwacja życia kaktusów doprowadziła uczonych do prób wyhodowania odpornego na suszę i szkodniki manioku - głównej podstawy żywieniowej ok. 700 milionów osób. Podobne próby podejmuje się w stosunku do ryżu i trzciny cukrowej. Wyniki są tak obiecujące, że być może uda się zlikwidować głód jako przyczynę śmierci być może milionów ludzi, co przynosi wstyd żyjącej w dostatku ludzkości, bezlitośnie (a w moim przekonaniu haniebnie) domagającej się zakazu prac nad modyfikowaną genetycznie żywnością.
- w laboratoriach i na polstkach doświadczalnych uczeni pracują nad wieloma transgenicznymi roślinami, o nie znanych dotąd właściwościach. Udało się wyhodować np. sałatę zawierającą substancje uodporniające nasz organizm, jak też zawierającą leki przeciw różnym chorobom, m.in. miażdżycy.

#### 4. Transgeniczne zwierzęta

Podobnie jak w przypadku genetycznej modyfikacji mikroorganizmów i roślin, tak samo możliwa stała się hybrydyzacja DNA zwierząt. Można tą drogą wyhodować osobniki nie występujące w sposób naturalny w przyrodzie, np. kozo-owcę. Transgeniczne zwierzęta uzyskuje się celem:

- poprawy zdrowotności /głównie świń i ptactwa/;
- uzyskania mleka /krów, owiec i kóz/ zawierającego białka działające jako prewencyjne lekarstwa na wiele możliwych chorób;
- celem uzyskania odpowiedniej masy mięsnej pozbawionej cholesterolu;
- celem produkcji *modeli* chorób ludzkich - dotyczy to głównie myszy. Produkowane metodą inżynierii genetycznej lekarstwa dla człowieka, zanim uzyskają atest, czyli dopuszczenie do handlowego obrotu w aptekach, muszą wcześniej zostać przetestowane.

Najlepiej do tego celu nadają się myszy, z uwagi na ich plenność i tanią produkcję (i niestety łatwość w zabijaniu);

- trwają próby wyhodowania takiego transgenicznego zwierzęcia, którego wewnętrzne narządy będą *pasować dla człowieka*. Modelowym zwierzęciem okazała się świnia, której narządy swą wielkością idealnie „pasują” dla człowieka.

## 5. Ochrona środowiska

Modyfikowane genetycznie mikroorganizmy i rośliny mogą z powodzeniem służyć ochronie środowiska. Już obecnie wykorzystuje się je na wielką skalę<sup>5</sup> w bioreaktorach oczyszczających wodę. Perspektywy są niezwykle zachęcające.<sup>6</sup> Przykładowo, wyprodukowano specjalny szczep bakterii rozkładających ropę naftową, co ma kolosalne znaczenie w przypadku katastrof związanych z zanieczyszczeniem środowiska przez ropę. Genetycznie zmodyfikowane rośliny, np. zboża, nie będą potrzebowały środków owadobójczych a także w znacznie mniejszej skali nawozów sztucznych co sprawi, że do naszych rzek i studni nie będą przedostawać się w groźnych dla człowieka i zwierząt ilościach różnorakie chemikalia.

## 6. Paliwa przyszłości

Pracuje się w licznych laboratoriach nad takimi szczepami mikroorganizmów, aby rozkładały pod wpływem energii słonecznej wodę na wodór i tlen. W ten sposób ludzkość uzyskałaby dostęp do taniego wodoru. Gdyby eksperyment powiódł się ludzkość zyskałaby - po wyczerpaniu paliw kopalnych - nieograniczone źródło absolutnie czystego ekologicznie paliwa. Wiele problemów, w tym lęk /być może nieuzasadniony/ przed tzw. efektem cieplarnianym zostałyby rozwiązanych pozytywnie. Laboratoryjne próby dają taką nadzieję.

## Zakończenie

Wszystkie powyższe wyniki mają swoją także złowieszczą stronę. Jak poucza nas historia nie ma takiego wynalazku naukowo-technicznego, który nie można zastosować przeciwko dobru człowieka. Możliwe jest wyprodukowanie drogą biotechnologiczną nie znanych dotąd groźnych broni. Ale mogą to zrobić tylko kraje o bardzo zaawansowanej nauce i technice. Nie jest tak, jak zdają się sugerować niekiedy media, że wystarczy dysponować garażem i stosownymi substancjami chemicznymi, aby wyprodukować biologiczną broń. Czy terroryści tego nie robią z poczucia humanizmu? Produkcja broni biologicznej jest równie trudna, a może trudniejsza, niż wyprodukowanie broni atomowej. Istnieje też groźba przypadkowych mutacji zmieniających świat naturalnych roślin. Ponadto tak naprawdę nie możemy wiedzieć jakie skutki przyniesie dla człowieka i zwierząt genetycznie zmodyfikowana żywność. Jej stosowanie na szeroką skalę w USA, Chinach i Indiach trwa zbyt krótko, aby stawiać jakiegokolwiek hipotezy. W każdym razie polscy uczeni słusznie protestują przeciwko dążeniu

<sup>5</sup> Por.: G. Boraczewski, *Biotechnologia osadu czynnego*, PWN, Warszawa 1994.

<sup>6</sup> Por.: E. Klimiuk, M. Lebkowska, *Biotechnologia w ochronie środowiska*, PWN, Warszawa 2005.

polskich władz do możliwie jak największego ograniczenia nowoczesnych badań biotechnologicznych. Takich barier nie stosują społeczeństwa kultur azjatyckich. Przepaść biotechnologiczna może któregoś dnia kosztować nas więcej, niż sobie wyobrażamy. Przecież gdyby nie bardzo zaawansowane techniki biotechnologiczne ustrzegła by się ludzkość przed choćby słynną ptasią grypą? Powinniśmy wyzwolić się od skojarzeń, że nowoczesna biotechnologia to potencjalne klonowanie ludzi, a więc łamanie praw natury.







