

Wykorzystanie biotechnologii w rolnictwie

# Zielona biotechnologia



Prof. dr hab. Andrzej Anioł jest zastępcą

dyrektora ds. naukowych IHAR, kierownikiem Zakładu Biochemii i Fizjologii Roślin IHAR oraz członkiem Komitetu Biotechnologii PAN.

Zajmuje się biotechnologią roślin oraz fizjologicznymi mechanizmami reakcji roślin zbożowych na stresy środowiskowe



Prof. dr hab. inż. Janusz Zimny jest kierownikiem Zakładu Biotechnologii i Cytogenetyki Roślin IHAR i członkiem Prezydium Komitetu Biotechnologii PAN. Zajmuje się biotechnologią i hodowlą roślin oraz problematyką GMO

ANDRZEJ ANIOŁ  
JANUSZ ZIMNY

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików  
Komitet Biotechnologii przy Prezydium PAN  
Polska Akademia Nauk  
a.anioł@ihar.edu.pl  
j.zimny@ihar.edu.pl

**Nowe technologie są z trudem akceptowane przez opinię publiczną. Wiele krajów jednak uporało się już z wprowadzeniem regulacji prawnych określających normy postępowania z GMO i nową żywnością**

Teoria pastora Tomasza Malthusa powstała w Anglii w XVIII wieku zakładała, że liczebność populacji rośnie w postępie geometrycznym, a zasoby żywności co najwyżej w postępie arytmetycznym. Uzasadniała ona z porażającą prostotą wywodu nieuchronność głodu i tym samym walki o byt. Jednak historia gospodarcza Europy i Ameryki ostatnich dwustu lat zdaje się dowodzić, że teoria Malthusa nie jest prawdziwa, przynajmniej w odniesieniu do ludzi – wzrost produkcji żywności był proporcjonalny do wzrostu populacji, a w pewnych okresach i krajach nawet większy. Dzięki rozwojowi nauk przyrodniczych i rolniczych w krajach rozwiniętych udawało się wymknąć z tzw. pułapki Malthusa.

Począwszy od lat 50. XX w., dzięki zastosowaniu zdobyczy techniki (uprawa mechaniczna, nawożenie, chemiczna walka z chorobami i chwastami, nawadnianie) oraz genetyki, w nowoczesnej hodowli odmian roślin rolniczych nastąpił znaczny wzrost wydajności produkcji rolniczej, zwany często „zieloną rewolucją”. Dzięki tym procesom udało się utrzymać wzrost produkcji żywności zaspokajający, a nawet niekiedy wyprzedzający wzrost liczebności populacji.

Osiągnięcia „zielonej rewolucji” mają swoją cenę: rozpowszechnienie uprawy wydajnych nowoczesnych odmian spowodowało znaczne zubożenie różnorodności biologicznej głównych gatunków uprawnych, szcze-

gólnie dotkliwe w centrach ich pochodzenia. Stosowanie nawozów mineralnych i środków ochrony roślin powoduje akumulację ich pozostałości w glebie i wodzie, nawadnianie prowadzi do zasolenia itd. W dodatku „zielona rewolucja” pozwoliła tylko na ograniczone w czasie „wymknięcie się” z maltuzjańskiej pułapki. Prognozy FAO przewidują, że ludzkość każdego roku będzie się powiększała o około 70 milionów osób, czyli dwa razy więcej, niż wynosi populacja Polski. Wyżywienie takiej populacji wymaga wzrostu produkcji ziarna zbóż. Wzrost ten jest praktycznie możliwy tylko poprzez wzrost plonów, ponieważ rezerwy ziemi ornej są bardzo ograniczone. Dalsza ekspansja rolnictwa mogłaby się dokonać tylko kosztem lasów, w tym tropikalnych.

## Widmo Malthusa

Lansowane w krajach bogatych poglądy o nadprodukcji w rolnictwie i możliwościach powrotu do ekstensywnych systemów produkcji oparte były na bardzo ograniczonym w czasie i przestrzeni splocie okoliczności (tania energia, szybki wzrost efektywności w rolnictwie). Wzrost cen surowców energetycznych w połączeniu ze wzrostem stopy życiowej ludnych krajów Azji spowodowały, że przepowiednia Malthusa ponownie nabiera realnych kształtów.

Dotychczasowy mechanizm podnoszenia plonów w dużej mierze się wyczerpał. Nadzieja na odpowiedni do wzrostu populacji wzrost produkcji żywności tkwi we wzro-



Dostępne dziś techniki kultur *in vitro* pozwalają na zregenerowanie całej rośliny z pojedynczej komórki. Na zdjęciu uwidoczniiono jądra dzielących się komórek



Katarzyna Grelewska

Wyhodowanie nowej,  
lepszego odmiany zboża  
trwa ponad 10 lat

ście wydajności z jednostki powierzchni. Osiągnięcia i perspektywy inżynierii genetycznej otwierają takie możliwości.

Odkrycie struktury DNA przez Watsona i Cricka 55 lat temu miało podobnie fundamentalne znaczenie jak ogłoszenie przed stu pięćdziesięcioma laty teorii ewolucji w epokowym dziele Darwina. Praktyczne zastosowania wyników tych badań prowadzą do dużych zmian w wielu dziedzinach życia.

Paradoksalnie, rysujące się przemiany zbiegają się z załamaniem się wiary w naukę i naukowców i zaufania społecznego do nich, powodując, że niezbędnym zmianom towarzyszy duży opór społeczeństw. Jest to sytuacja całkowicie odmienna od powszechnej afirmacji i akceptacji, jakie towarzyszyły rozwojowi technologii jeszcze do połowy ubiegłego wieku. Do tego dochodzi szum informacyjny – mieszanie argumentów racjonalnych z uprzedzeniami, który utrudnia osobom niezwiązanym z zagadnieniem wyrobienie sobie własnego poglądu i zajęcie stanowiska w tej sprawie. Szczególnej wagi nabiera problem informowania opinii publicznej o możliwościach nowych technologii, a jednocześnie o autentycznych i wymaganych zagrożeniach.

### Korzyści i zagrożenia

Rozwój biotechnologii przynosi wymierne korzyści w medycynie, ochronie środowiska, przemyśle i w rozwoju innowacyjnej gospodarki. Przeciwnicy GMO doszukują się zagrożeń związanych ze zdrowiem, z ekologią, ze stosunkami społeczno-ekonomicznymi, z etyką i rozpowszechnianiem informacji. Łatwo akceptowane są nowe produkty stosowane

w ochronie zdrowia, jak na przykład insulina ludzka wytwarzana przez bakterie w warszawskiej firmie Bioton. Pojawienie się polskiej insuliny na rynku spowodowało znaczny spadek cen tego stosowanego w leczeniu cukrzycy hormonu. Inaczej wygląda sprawa z modyfikowaną genetycznie żywnością.

Od tysiącleci ludzie poszukują sposobów podnoszenia plonów oraz ulepszenia jakości żywności poprzez hodowlę nowych odmian roślin uprawnych. Stosowane dziś rośliny uprawne też powstały w wyniku selekcji najbardziej wartościowych genotypów i wnikliwej analizy potomstwa. Tylko że wprowadzenie nowych cech, takich jak odporność na choroby lub stworzenie bardziej efektywnej kombinacji genów rodzicielskich w potomstwie, by zapewnić lepszą jakość produktu, trwało zwykle ponad 10 lat. Dlatego hodowcy, obok klasycznych sposobów, myślą o naukowych metodach przyspieszenia hodowli pożądanego genotypów. Najnowszym tego typu narzędziem jest metoda bezpośredniego przeniesienia genów. Charakteryzuje się ona zwiększoną precyzją i zapewnia szczegółową informację o oczekiwanym produkcie końcowym. Konwencjonalne metody hodowli i inżynieria genetyczna są komplementarnymi sposobami uzyskiwania odmian o pożądanym cechach.

### Trzecia generacja

Oczekuje się, że zastosowanie nowoczesnych technik biotechnologicznych w hodowli roślin przyniesie konkretne efekty w wytwarzaniu żywności i innych produktów. Obecnie mówi się o trzech generacjach roślin zmodyfikowanych genetycznie. Pierwsza

## Wykorzystanie biotechnologii w rolnictwie

generacja zawiera geny warunkujące cechy istotne z punktu widzenia uprawy, takie jak tolerancja herbicydów, odporność na owady i choroby. Uprawa tych roślin przynosi korzyści rolnikom w postaci zmniejszenia nakładów na pestycydy i siłę roboczą.

Drugą generację stanowią rośliny, które mają ulepszone cechy ujawniające się w końcowym etapie ich zastosowania. Rośliny te będą źródłem ulepszonych produktów żywnościowych. Wprowadzone geny mogą zmieniać funkcjonalność białek. Ulepszony skład aminokwasowy lub zmieniona zawartość witamin (np. zmodyfikowany ryż – Golden Rice – o zwiększonej zawartości prowitaminy A) mogą poprawić jakość pożywienia i zapobiegać groźnym chorobom, jak ślepota u dzieci w Azji wywołana niedoborem witaminy A. Modyfikacja genetyczna może także wpłynąć na polepszenie walorów smakowych owoców i warzyw i – co ważne – zmniejszyć zawartość alergenów w pożywieniu. Przynosi więc konsumentom bezpośrednie korzyści.

Trzecią, najnowszą, generację reprezentują rośliny zmodyfikowane genetycznie, które funkcjonują jako biofabryki wytwarzające konkretne substancje wykorzystywane w różnych gałęziach gospodarki. Rośliny, u których genetycznie zmodyfikowano szlak syntezy kwasów tłuszczowych, znajdują zastosowanie w produkcji olejów przemysłowych, mogą także produkować biopolimery zastępujące związki ropopochodne.

Przy produkcji żywności istotne mogą być modyfikacje zawartości olejów oraz struktury kwasów tłuszczowych w roślinach i nasionach. Te badania najczęściej przeprowadzane są z zastosowaniem rzepaku, rośliny powszechnie wykorzystywanej do produkcji oleju. Prowadzone są prace nad hodowlą rzepaku o wysokiej zawartości kwasu stearynowego, palmitynowo-mirystynowego i kwasu erukowego. Skomercjalizowana została już odmiana wytwarzająca dużą ilość kwasu laurynowego. Jest to olej wykorzystywany w cukiernictwie. Z kolei zmodyfikowana soja i słonecznik mogą produkować w dużych ilościach cenny dla przemysłu spożywczego kwas oleinowy – jeden z ważniejszych nienasyconych kwasów tłuszczowych.

### Kłopoty z opinią publiczną

Od kiedy w roku 1994 wprowadzono na rynek amerykański pomidory charakteryzu-



Janusz Zimny

jące się opóźnionym procesem dojrzewania, na rynkach pojawiło się wiele innych roślin transgenicznych, chociaż ich światowa produkcja zdominowana jest przez cztery gatunki, głównie tolerujące herbicydy soję, bawełnę i rzepak oraz odporne na szkodniki bawełnę i kukurydzę.

Powierzchnia upraw transgenicznych roślin uprawnych na świecie znacznie się zwiększyła. Rośliny transgeniczne są uprawiane na dużą skalę w USA, Argentynie, Brazylii, Kanadzie i Chinach. W Unii Europejskiej tylko niektóre kraje wprowadziły rośliny GM do uprawy, ale na bardzo małych powierzchniach.

Niestety, nowe technologie są z trudem akceptowane przez opinię publiczną, której nastroje są często sztucznie podsycane. Zaufanie konsumentów zostało naruszone po kilku wykrytych skażeniach żywności, które wcale nie były związane z GMO. Było to np. skażenie oliwy olejem silnikowym czy skażenie żywności dioksynami, a wina glikolem.

Najwięcej obaw dotyczy wpływu upraw roślin zmodyfikowanych genetycznie na środowisko oraz wpływu żywności na zdrowie konsumentów. Do najczęściej wymienianych należą: możliwość pojawienia się „superchwaśców” i „superszkodników” (w wyniku nadmiernej presji selekcyjnej), negatywny wpływ roślin GM na ekosystemy glebowe i na inne organizmy, spadek bioróżnorodności, przeniesienie obcych genów na rośliny spokrewnione ze zmodyfikowaną rośliną uprawną czy obawa o toksyczne lub alergenne efekty spożywania

**Oparte na naukowych podstawach metody hodowli roślin są szybsze i bardziej wydajne. Na zdjęciu: metoda regeneracji z pojedynczych haploidalnych komórek wyrównanych linii roślin**

modyfikowanej żywności. Ponadto pojawiają się obawy o uzależnienie rolników od wielkich koncernów produkujących materiał siewny.

Te obawy, jakkolwiek uzasadnione, dotyczą zagrożeń potencjalnych. Nie każde zagrożenie wiąże się z każdym GMO. Co więcej, mamy do czynienia jedynie z ewentualnością wystąpienia efektów niepożądanych. Wszystko zależy od danego GMO. Na pytanie, czy wykorzystywanie GMO jest bezpieczne, nie da się jednoznacznie odpowiedzieć, podobnie jak nie da się odpowiedzieć jednoznacznie na pytanie, czy grzyby są trujące.

### Unijne dekry

W Unii Europejskiej przyjęto regulacje opierające się na dwóch fundamentalnych zasadach. Pierwszą z nich jest zasada przezorności, która nakazuje stosowanie środków obliczonych na zapobieganie efektom niepożądanym. Drugą jest zasada *case-by-case*, nakazująca każdy przypadek GMO traktować indywidualnie. Zgodnie z nią nieuprawnione są twierdzenia o bezpieczeństwie lub niebezpieczeństwie wykorzystywania GMO w ogóle. W szczególności twierdzenie, że uprawa roślin GM szkodzi środowisku.

Kwestie związane z wykorzystywaniem GMO zostały uregulowane też w prawie krajowym. Przepisy polskie w dużej części oparte są na uregulowaniach unijnych i muszą być z nimi zgodne.

Produkt trafiający na rynek UE przechodzi procedurę autoryzacji. Przed uzyskaniem zgody każdy produkt jest szczegółowo badany pod kątem wpływu na środowisko, a także bezpieczeństwa dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt. Produkty GM muszą być też odpowiednio oznaczone, co ma umożliwić konsumentom wolny wybór.

W Unii Europejskiej stworzono sieć laboratoriów referencyjnych. Ich zadaniem jest prowadzenie analiz modyfikowanych produktów oraz wykrywanie GMO w produktach dostępnych na rynku. Współpracują one z laboratoriami referencyjnymi innych państw i ministrami środowiska.

W Polsce jednym z takich laboratoriów jest Laboratorium Kontroli Genetycznie Modyfikowanych Organizmów Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (IHAR) w Radzikowie.

Powstanie laboratorium w IHAR było konsekwencją badań prowadzonych od połowy lat 80. W roku 1993 uzyskano w IHAR pierw-

sze w świecie transgeniczne rośliny pszenżyta i pierwsze w Polsce rośliny transgeniczne o istotnym znaczeniu dla gospodarki. W tym samym czasie w IBB PAN we współpracy z IHAR uzyskano też transgeniczne ziemniaki. Kolejne pokolenia roślin transgenicznych pszenżyta były badane przez ostatnie 15 lat. Obecnie prowadzone badania nad kukurydzą mają stać się podstawą do stworzenia w Polsce zasad współistnienia upraw konwencjonalnych, ekologicznych i roślin zmodyfikowanych genetycznie.

### Wspólny problem

Problem transgenicznych upraw i pochodzących od nich produktów rozpatrywać trzeba w skali globalnej, ponieważ zdarzenia ekonomiczno-społeczne, takie jak wzrost cen i niedobór żywności, dotyczą całego świata i skutki dotkną wszystkich. Mamy do czynienia ze zjawiskiem, o którym w latach 70. ubiegłego stulecia pisał Norman Borlaug: „Nasza działalność była zmaganiem się potęgi współczesnej nauki z potęgą przyrostu naturalnego człowieka”. Problem ten nabiera dziś jeszcze większego znaczenia i nie możemy udawać, że nas, współczesnych Europejczyków, nie dotyczy. ■

### Chcesz wiedzieć więcej?

Forsman Z.K. (2004). Community Regulation of Genetically Modified Organisms: a Difficult Relationship Between Law and Science. *European Law J.*, 5, 580-594.



**Czy potencjał intelektualny nauki pozwoli zażegnać niedobory żywnościowe świata?**