



POLSKA FEDERACJA BIOTECHNOLOGII

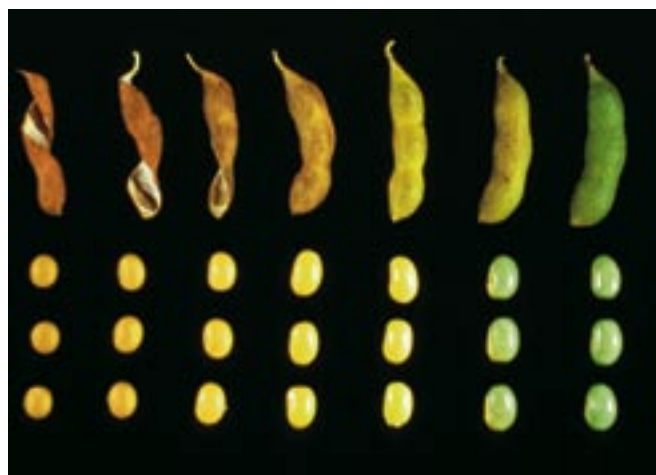


Andrzej Anioł • Stefan Pruszyński • Tomasz Twardowski

ZIELONA BIOTECHNOLOGIA – KORZYŚCI I OBAWY

Czym jest współczesna biotechnologia?

Każdy gatunek roślin i zwierząt wykorzystywany przez człowieka ulegał na przestrzeni wieków modyfikacjom genetycznym, często bardzo gruntownym. Wystarczy spojrzeć na różne rasy psów, koni, świń czy też roślin uprawnych, które zostały zmodyfikowane w sposób tak zasadniczy, że często nie są w stanie samodzielnie utrzymać się w środowisku. Człowiek przez stulecia zmieniał użytkowane organizmy dokonując selekcji, a następnie rozmnażając te korzystne dla siebie formy, które pojawiały się spontanicznie w potomstwie w wyniku segregacji genów rodzicielskich podczas krzyżowania czy też na skutek mutacji, czyli losowo powstałych zmian w materiale genetycznym. Prawa rządzące przekazywaniem informacji genetycznej z pokolenia na pokolenie odkrył w połowie XIX w. czeski zakonnik Johann Mendel, a po kolejnych stu latach (w 1944 r.) stwierdzono, że materialnym nośnikiem tej informacji w każdej żywej komórce jest DNA.

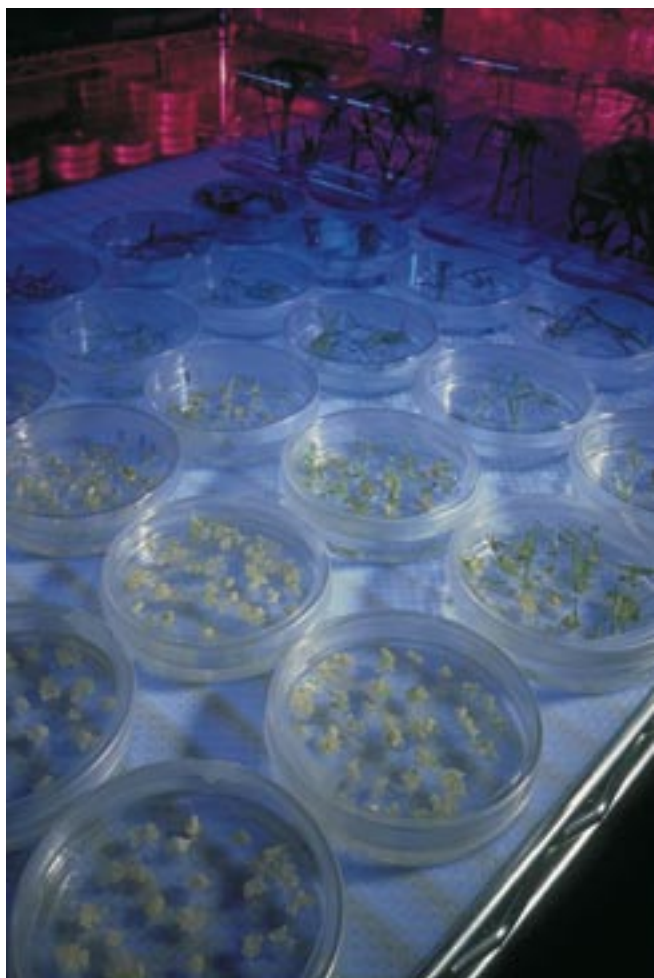


Rozszyfrowanie kodu (w 1966 r.), przy pomocy którego informacja genetyczna jest zapisana w DNA, pozwoliło (od 1980 r.) na opracowanie metod operowania fragmentami DNA zawierającymi określoną informację dziedziczną, czyli genami.

Dzięki nowym metodom biologii molekularnej pod koniec XX w. stało się możliwe „inżynierskie” podejście do hodowli roślin. Można zatem „konstruować” organizmy, operując odpowiednimi fragmentami DNA z pominięciem procesów i mechanizmów rozmnażania. To pozwala na eliminację wytworzonych w trakcie ewolucji barier w przekazywaniu informacji genetycznej między gatunkami i rodzajami organizmów. Obraz ten jest nakreślony mocno „na wyrost”. Jak dotąd nie potrafimy przewidzieć, w którym miejscu DNA zostanie wbudowany „obcy”, sztucznie wprowadzony fragment i czy będzie on czynny, a więc: czy wprowadzony gen lub geny spowodują pojawienie się cechy, jaką chcemy uzyskać. Te wątpliwości są jednakże wyjaśniane na stole laboratoryjnym w warunkach zamkniętych, bez ingerencji w środowisko naturalne.

Nowe odmiany roślin uprawnych, uzyskane przy użyciu technik biologii molekularnej, nazwano *transgenicznymi*. W porównaniu z dotychczasowymi metodami hodowlanymi, transgeneza pozwala na znaczne uproszczenie i skrócenie procesu hodowli nowej odmiany. Wynika to z faktu, że hodowca-biotechnolog nie musi operować całymi kompletami informacji genetycznej dwóch organizmów i może w sposób bezpośredni wyszukiwać pożądanych form wśród licznego potomstwa, pochodzącego ze skrzyżowania różnych linii lub rodów. Biotechnolog może bezpośrednio wprowadzić do danego organizmu jeden lub kilka genów warunkujących pożądaną cechę, np. odporność na szkodnika. Teoretycznie transgeneza pozwala na wprowadzanie cech z dowolnego organizmu, a w rezultacie – tworzenie kombinacji genów warunkujących cechy dotąd niemożliwe do osiągnięcia. Otwiera to przed hodowcami-biotechnologami możliwość uzyskiwania w pełni innowacyjnych odmian, o zupełnie nowych możliwościach użytkowania, również takich, które nie są związane z wyżywieniem ludzi czy zwierząt.





Ogromne możliwości i nieprzewidywalne skutki rozwoju biotechnologii stały się powodem wielu obaw. Ich wynikiem są regulacje prawne, mające na celu zminimalizowanie zagrożenia związanego z gospodarczym wykorzystaniem organizmów genetycznie zmodyfikowanych (określanych skrótem GMO), a zwłaszcza genetycznie zmodyfikowanych roślin (GM roślin).

Dotychczasowa hodowla roślin a zielona biotechnologia.

Wiele wątpliwości na temat wykorzystywania organizmów genetycznie zmodyfikowanych w rolnictwie i produkcji żywności wynika z braku wiedzy na ten temat. Najczęściej spotykany jest pogląd, że zmiany kodu genetycznego organizmów są czymś nowym, dotychczas nie stosowanym, że stały się możliwe dopiero dzięki metodom biologii molekularnej. To nieprawda – od zarania dziejów rolnictwa modyfikacje genetyczne były podstawą udomowiania roślin i nie ma w tej chwili ani jednego gatunku uprawnego, który nie byłby zmodyfikowany genetycznie. Nowością inżynierii genetycznej jest sposób wprowadzania zmian w zapisie genetycznym organizmów, a nie sam fakt dokonywania tych zmian. Biotechnologia stwarza po prostu dodatkowe możliwości: wprowadzenie nowego genu do rośliny i uzyskanie w niej pożądanej cechy stanowi dla hodowcy źródło nowej zmienności, która w wyniku dalszej pracy może być wykorzystana do tworzenia nowej odmiany.

Nieporozumieniom na ten temat sprzyja nawet powszechnie przyjęte określenie organizmów uzyskiwanych przy pomocy inżynierii genetycznej – angielski skrót GMO (od *genetically modified organisms*, czyli *organizmy genetycznie zmodyfikowane*) sugeruje, że modyfikacje genetyczne są możliwe tylko przy użyciu metod biologii molekularnej.



Potencjalne znaczenie zielonej biotechnologii w rozwiązywaniu problemów żywienia ludzkości w XXI wieku.

Czy stosowanie metod inżynierii genetycznej w celu tworzenia wydajnych odmian roślin uprawnych jest uzasadnione? W krajach rozwiniętych, gdzie problemem rolnictwa są nadwyżki żywności, odpowiedź na to pytanie jest najczęściej negatywna, natomiast w krajach rozwijających się, cierpiących na niedobory żywności, odpowiedź będzie pozytywna.

Angielski ekonomista Robert Malthus sformułował w XVIII w. tzw. prawo ludności, w myśl którego ludność przybywa w postępie geometrycznym, zaś środki utrzymania, w tym produkcja żywności, przyrastają zaledwie w postępie arytmetycznym. Prawo to kresliło ponury obraz historii gospodarczej: ludzkość jest skazana na permanentne niedobory żywności, bo możliwości wzrostu populacji znacznie przekraczają zdolność rolnictwa do odpowiedniego zwiększania produkcji żywności.

Historia gospodarcza Europy i Ameryki ostatnich dwustu lat podważyła teorię Malthusa: wzrost produkcji żywności był proporcjonalny do przyrostu populacji, a w pewnych okresach i krajach był nawet znacząco większy. Dzięki rozwojowi nauk przyrodniczych i rolniczych krajom rozwiniętym udało się wymknąć z tzw. pułapki Malthusa. W pierwszym okresie, do początków XX w., odbywało się to głównie dzięki objęciu uprawą nowych terenów w obu Amerykach, Australii i Afryce.

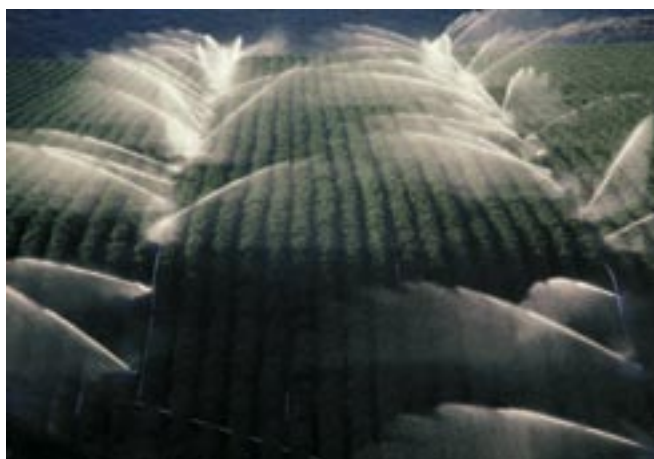


Począwszy od lat 50. XX w. nastąpił przełom w produkcji rolniczej dzięki chemizacji, mechanizacji oraz nawadnianiu. Rozwijała się genetyka i nowoczesna hodowla odmian roślin rolniczych. Wszystko to umożliwiło znaczny wzrost wydajności produkcji rolniczej, zwany często „zieloną rewolucją”. Dzięki tej rewolucji udało się uzyskać wzrost produkcji żywności zaspakajający, a nawet wyprzedzający przyrost ludności (w tempie 1,8% rocznie w skali globu). Skalę tych osiągnięć można zilustrować następująco: gdyby wydajność z hektara „zamrozić” na poziomie plonów z roku 1961, to wyprodukowanie żywności wystarczającej do wykarmienia 6-miliardowej populacji z roku 2000 wymagałoby dodatkowych 850 mln ha dobrej ziemi ornej, którą trzeba by pozyskać kosztem środowiska naturalnego.



„Zielona rewolucja” miała jednak swoją cenę. Rozpowszechnienie uprawy nowoczesnych, wydajnych odmian spowodowało znaczne zubożenie różnorodności biologicznej głównych gatunków, szczególnie dotkliwe w centrach ich pochodzenia. Stosowanie nawozów mineralnych i środków ochrony roślin powodowało akumulację ich pozostałości w glebie i wodzie, nawadnianie prowadziło do zasolenia itd. Wielu ekspertów skłania się do wniosku, że dalszy wzrost wydajności i wielkości produkcji rolniczej na tej drodze nie jest możliwy, a w niektórych krajach Europy Zachodniej postulowane jest zmniejszenie dotychczas stosowanych nakładów na produkcję.

„Zielona rewolucja” pozwoliła na ograniczone w czasie „wymknięcie się” z maltuzjańskiej pułapki. Prognozy FAO przewidują wzrost populacji ludzkiej o około 2 miliardy do roku 2040, co oznacza, że każdego roku będzie na Ziemi przybywać tylu mieszkańców, ilu dziś liczą Filipiny, czyli około 70 milionów. Wyżywienie takiej populacji będzie wymagało wzrostu produkcji ziarna zbóż o prawie 40%. Będzie to możliwe praktycznie jedynie poprzez wzrost plonów, ponieważ rezerwy ziemi ornej są bardzo ograniczone. Dalsza ekspansja rolnictwa mogłaby się dokonać tylko kosztem lasów, w tym tropikalnych.



Z drugiej strony zaspokojenie podstawowych potrzeb życiowych – żywności, odzieży, schronienia – jest najważniejsze dla każdego społeczeństwa. Dlatego nie znajdzie się rząd, który wprowadziłby reżim ochrony środowiska kosztem biedy i niedożywienia własnego społeczeństwa. Wyzwania, wobec których stoją producenci żywności, ilustrują poniższe dane:

Wzrost liczebności populacji: z 6 miliardów w 1999 r. do 9 miliardów w 2050 r., z czego 90% będzie zamieszkiwało kraje rozwijającego się Południa.

Ilość ziemi ornej/1 mieszkańca świata:

1966 r. – 0,45 ha,

1998 r. – 0,25 ha,

2050 r. – 0,15 ha.

Spadek przyrostu plonów zbóż: z 2,1% rocznie w latach 80. do mniej niż 1% rocznie w latach 90. ubiegłego wieku.

Cel: co najmniej podwojenie produkcji żywności do 2050 r. na tym samym areale gruntów ornych (1,5 miliarda ha).





Nadzieja na odpowiednie do przyrostu populacji zwiększenie produkcji żywności tkwi we wzroście wydajności z jednostki powierzchni. Dotychczasowy mechanizm podnoszenia plonów, oparty w połowie na nakładach energetycznych, a w połowie na postępie biologicznym, w dużej mierze się wyczerpał. Dalszy wzrost produktywności roślin winien wynikać przede wszystkim z lepszego wykorzystania potencjału biologicznego.

Szacuje się, że różnica między tzw. plonem potencjalnym obecnych odmian roślin uprawnych (uzyskiwanym w optymalnych warunkach środowiska) a plonem realnym (obniżanym przez choroby, szkodniki i chwasty, a także złe warunki klimatyczne, jak susza czy mróz) sięga 70%. Poprawa – na drodze inżynierii genetycznej – odporności roślin na agrofagi i abiotyczne czynniki środowiska otwiera duże możliwości zwiększenia wydajności produkcji roślinnej, bez dodatkowych nakładów energetycznych i powiększenia areału uprawy.



Korzyści i ryzyko stosowania zielonej biotechnologii.

Każda innowacyjna technologia wymaga ciągłej i czujnej obserwacji oraz obiektywnej analizy skutków jej oddziaływania, aby nie wystąpiły efekty uboczne. Jeśli chodzi o wpływ biotechnologii, a zwłaszcza agrobiotechnologii na środowisko, można z całą stanowczością stwierdzić, że do dzisiaj nie ma udokumentowanych efektów negatywnych. Trzeba jednak zgodzić się z opiniami przeciwników zielonej biotechnologii, że nie da się przewidzieć ewentualnych skutków wielopokoleniowych. Należy przy tym podkreślić, że ta nieprzewidywalność dotyczy każdej innowacyjnej technologii, w szczególności gdy rozszerzymy ocenę oddziaływania na środowisko społeczne.

Nie podlegają dyskusji zyski materialne wynikające ze stosowania technik inżynierii genetycznej, takie jak wzrost opłacalności upraw czy też produkcja nowych leków i środków diagnostycznych. Producenci nowych jakościowo środków i odmian odnotowali korzyści, natomiast ci, którzy utracili rynek – ponieśli straty. W oczywisty sposób biotechnologia przyczynia się do pogłębienia procesów globalizacyjnych.

Najsilniejsze obawy przed inżynierią genetyczną występują wśród mieszkańców Unii Europejskiej. Funkcjonujące na Starym Kontynencie mity i „strachy” biotechnologiczne są głęboko zakorzenione w ludzkiej świadomości, co znajduje wyraz w uregulowaniach prawnych. W odróżnieniu od Europejczyków obywatele Stanów Zjednoczonych, Kanady, Japonii czy Izraela nie boją się GMO.



Aspekty prawne

Zasadnicze polskie uregulowania prawne w zakresie biotechnologii są następujące:

- 22. 06. 2001, ustawa *O GMO* [Dz. U., 25. 07. 2001, nr 76, poz. 811];
- 11. 05. 2001, ustawa *O żywności i żywieniu* [Dz. U., 22. 06. 2001, nr 63, poz. 634];
- 16. 03. 2001, ustawa *O rolnictwie ekologicznym* [Dz. U., 22. 06. 2001 r., nr 63 poz. 634].

Te normy prawne są zgodne z uregulowaniami międzynarodowymi, a zwłaszcza z dyrektywą 2001/18. Do zasadniczej ustawy *O GMO* opracowane zostały rozporządzenia wykonawcze:

- oceny zagrożeń dla zdrowia ludzi i środowiska (Dz.U., 2002 r., nr 107, poz. 944);
- funkcjonowania Komisji ds. GMO (Dz.U., 2002 r., nr 19. Poz. 196);
- badań i wydawanie opinii w dziedzinie GMO (Dz.U., 2002 r., nr 73, poz. 674);
- listy organizmów patogennych oraz ich klasyfikacji (2002 r.; nr 212, poz. 1798);
- wzorów wniosków dotyczących zgód i zezwoleń (Dz.U.; 2002 r., nr 87, poz. 797).

W zakresie ochrony praw własności intelektualnej omówienia wymagają następujące ustawy:

- 1992 r. – nowelizacja ustawy o wynalazczości z 1972 r. – uchylenie zakazu patentowania związków chemicznych, środków farmaceutycznych i środków żywności stworzyło możliwość patentowania mikroorganizmów;
- 1993 r. – przepisy regulujące (§3 ust. 2 pkt 5 i §8) zasady sporządzania dokumentacji wynalazków dotyczących mikroorganizmów;
- 2000 r. – *Prawo własności przemysłowej* (ustawa z 30. 06. 2000 r.) dostosowanie polskiego systemu prawa patentowego do standardów europejskich (Dz. U., 2001 nr 49, poz. 508);

W 2002 r. miała miejsce nowelizacja ustawy *Prawo własności przemysłowej* w odniesieniu do wynalazków biotechnologicznych (Dz. U. nr 108 z 2002 r., poz. 945), która weszła w życie 18 października 2002 r.





Aktualne możliwości i osiągnięcia zielonej biotechnologii.

Transgeneza otwiera duże i kuszące badaczy perspektywy – umożliwia wprowadzanie do roślin genów kontrolujących pojawienie się cech i właściwości pożądaných przez producentów, przemysł przetwórczy i konsumentów. Jakkolwiek teoretyczne możliwości manipulowania materiałem genetycznym są niemal nieograniczone, praktyczne ich wykorzystanie jest znacznie zawężone. Wynika to z ułomności dotychczas opracowanych i stosowanych metod wprowadzania odpowiednich fragmentów DNA i kontroli jego ekspresji w nowym organizmie, tzn. kontroli nad pojawieniem się pożądaney cechy. Każdego dnia przybywa nowych modyfikacji, ulepszających rośliny uprawne. Znakomita ich większość ma jak dotąd znaczenie jedynie jako materiał doświadczalny, poddawany wielu kosztownym i długotrwałym badaniom, przed ich ewentualnym wprowadzeniem do uprawy.

Wytworzone na drodze inżynierii genetycznej rośliny można podzielić na kilka zasadniczych grup, w zależności od cech, jakie zostały wprowadzone lub zmodyfikowane. Wyróżniają się wśród nich odmiany, w których poprawiono cechy związane ze wzrostem i plonowaniem, tzw. cechy rolnicze (np.: odporność na szkodniki, herbicydy, itp.). Uzyskano wiele takich odmian w różnych gatunkach uprawnych. Niektóre z nich wprowadzono do produkcji w połowie lat 90. – obecnie są jedynymi odmianami transgenicznymi uprawianymi na szeroką skalę w wielu krajach na świecie.

Pod względem typu transformacji zastosowanej w uprawianych odmianach wyraźnie dominuje cecha odporności na herbicyd – 80% upraw GM. Następne w kolejności to odmiany z wprowadzonym genem odporności na owoady, czyli z tzw. genem Bt (z bakterii *Bacillus thuringiensis*) – 12% areалу. Kolejne 8% powierzchni zajmują odmiany zawierające jednocześnie geny odporności na herbicyd i geny Bt.



CHARAKTERYSTYKA ODMIAN GMO

| CECHA | ZNACZENIE ROLNICZE |
|-------------------------------|--|
| Odporność na herbicydy | Wprowadzone geny odporności na herbicydy o szerokim spektrum (nieselektywne) pozwalają na eliminację z plantacji niepożądanego rośliności, poza odmianą transgeniczną z wbudowanym genem odporności. |
| Odporność na owady | Do transgenicznej odmiany wprowadza się geny z bakterii <i>Bacillus thuringiensis</i> , tzw. geny Bt, kodujące syntezę białka toksycznego dla owadów, w tym stonki ziemniaczanej i omacnicy prosowianki. |
| Odporność na wirusy | Wykorzystując zjawisko tzw. krzyżowej odporności po wprowadzeniu do rośliny genu kodującego białko płaszczki wirusa uzyskuje się odporność na tego wirusa. Transformacja wykorzystana dotąd u ziemniaków, tytoniu i niektórych warzyw. |
| Jakość plonu | Wprowadza się geny kontrolujące poszczególne etapy syntezy kwasów tłuszczowych w rzepaku, modyfikując w ten sposób skład tłuszczu w nasionach. Modyfikacja praktycznie zastosowana dotychczas w rzepaku jarym w Kanadzie (50 tys. ha). W badaniach znajduje się wiele genów kontrolujących syntezę różnych substancji. |

Tabela 1

W tabeli 1 przedstawiono zalety, jakimi cechują się odmiany transgeniczne, przy czym tylko dwie pierwsze z przedstawionych cech mają szerokie zastosowanie w produkcji, natomiast dwie pozostałe – jak dotąd niewielkie.

Cechy, jakie zostały dotychczas wprowadzone do uprawianych odmian GM, przede wszystkim poprawiają ich zdolność do rozwoju w warunkach uprawy polowej. W założeniu te odmiany mają prowadzić do obniżenia kosztów produkcji, na czym korzysta zarówno producent - rolnik, jak i właściciel GM rośliny. Stało się to podstawą ogromnego sukcesu – bezprecedensowo szybkiego wprowadzenia tych odmian do produkcji w niektórych krajach. Fakt, że to właśnie producent jest beneficjentem tej technologii, ma ograniczone znaczenie w dyskusjach nad ewentualnymi niekorzystnymi skutkami jej wprowadzania, gdyż dla konsumentów nie stanowi przekonującego argumentu „za”.

Gatunki uprawne, w których produkcji i użytkowaniu odmiany GM odgrywają znaczącą rolę, to soja i kukurydza. W wielu krajach (USA, Brazylia, Argentyna) są wykorzystywane bądź jako pasze, bądź jako produkty żywnościowe, również w formie przetworzonej. Główną zaletą transgenicznych odmian soi jest możliwość stosowania herbicydów nieselektywnych, takich jak Roundup czy Basta, pozwalających na tańsze i bardziej skuteczne zwalczanie chwastów.

Przy tworzeniu tzw. pierwszej generacji odmian GM soi popełniono zasadniczy błąd: do transformacji użyto gotowych odmian, które później, już na rynku, zostały zastąpione przez lepsze, wyżej plonujące. W efekcie transgeniczne odmiany soi nie są konkurencyjne pod względem plonowania w stosunku do odmian „konwencjonalnych”. Mimo to są powszechnie akceptowane przez amerykańskich producentów. Areał uprawy transgenicznej soi szybko wzrasta i w 2005 r. wyniósł 54,4 mln ha.





Udział odmian transgenicznych w uprawie kukurydzy jest znacznie mniejszy niż w przypadku soi. Wykazano, że wprowadzenie genu Bt daje wyraźne zwyżki plonu i korzyści z redukcji oprysków chemicznymi środkami ochrony roślin. Korzyści te zależą jednak od skali występowania szkodnika (głównie omacnicy prosowianki) i cen ziarna na rynku. Niedogodnością technologii Bt jest administracyjny wymóg pozostawienia około 20% areалу z „konwencjonalną” kukurydzą, wprowadzony celem zapobiegania wykształceniu się u owadów odporności na produkt genu Bt.

Z powyższego omówienia wynika, że najważniejsze produkty zielonej biotechnologii, odgrywające istotne znaczenie w produkcji w skali globu, to:

- odmiany odporne na herbicydy nieselektywne, których substancją aktywną jest glifosat amonowy (Roundup) lub glufosynat (Basta);
- odmiany transgeniczne z wprowadzonymi genami Bt, warunkującymi odporność na szkodniki owadzie.

Dotychczasowe doświadczenia z uprawą odmian transgenicznych na areale ponad 400 mln ha w minionych 10 latach można scharakteryzować następująco:

Korzyści z uprawy odmian Bt:

- efektywna i jednocześnie selektywna kontrola szkodników owadzych;
- w przypadku odmian Bt bawełny – spadek użycia insektycydów o przykładowo 50%;
- wzrost plonów – zależnie od skali występowania szkodników – do 40%;
- redukcja zawartości mykotoksyn w ziarnie kukurydzy Bt – produkt bezpieczniejszy jako pasza lub żywność;
- wzrost dochodów (w 2003 r.) dla ponad 6 milionów rolników o ponad 2 mld USD.

Korzyści z uprawy odmian odpornych na herbicydy:

- prostszy i elastyczny system ograniczania chwastów;
- efektywniejsze zwalczanie chwastów przy niższych kosztach;
- zgodność z programami ochrony gleb przed erozją w systemie zrównoważonej produkcji rolnej – technologie uprawy bezorkowej;
- zmniejszenie nakładów na produkcję poprzez ograniczenie zużycia paliwa – o przykładowo 31,2 mln litrów w uprawach rzepaku jarego w Kanadzie.



Dalsze poszukiwania:

- Odmiany o zmienionym składzie chemicznym plonu – w kierunku polepszenia jego właściwości jako produktu spożywczego lub surowca dla przemysłu. W tej grupie przeważają doświadczalne formy transgeniczne, takie jak: rzepak zawierający w nasionach tłuszcz składający się w ponad 80% z kwasu erukowego, czy też w innej formie – zawierający ponad 40% kwasu laurynowego; bawełna, która w wyniku transformacji genami z bakterii wytwarza włókno naturalnie barwione, np. w kolorze jeansów. Jak dotąd odmiany tej grupy są uprawiane na skalę produkcyjną w niewielkim stopniu. Do tych nielicznych form należy rzepak jary o podwyższonej zawartości kwasu laurynowego w tłuszczu, uprawiany w Kanadzie na około 40 tys. ha.
- Odmiany o ulepszonych właściwościach dietetycznych i zdrowotnych plonu – na razie wyłącznie doświadczalne. Przykład: ryż, tzw. Golden Rice, do którego wprowadzono skomplikowany układ 3 genów roślinnych i bakteryjnych, który umożliwia syntezę pro- β -karotenu w bielmie tego zboża (w ilości pokrywającej dzienne zapotrzebowanie człowieka, przy spożyciu przeciętnej porcji). Ma to potencjalnie ogromne znaczenie dla krajów, w których ryż jest podstawową i często niemal jedyną komponentą diety. Z kolei w państwach rozwiniętych istotne jest działanie przeciwmiażdżycowe, jakim charakteryzują się odmiany o zwiększonej zawartości strawnego włókna w zbożach.
- Odmiany gromadzące w znacznych ilościach substancje chemiczne – przydatne dla przemysłu farmaceutycznego oraz chemicznego (biopolimery). Pojawiło się szereg doniesień o uzyskaniu tego typu roślin transgenicznych, np: rzepak wytwarzający hirudynę, związek obniżający krzepliwość krwi otrzymywany dotąd z pijawek; ziemniaki o zmienionej strukturze skrobi, pod kątem jej wykorzystania do produkcji biodegradowalnych mas plastycznych. Prawdopodobnie możliwe będzie tworzenie roślin produkujących różne substancje chemiczne o charakterze leków czy biopreparatów (np. poszczególnych białek osocza krwi), pod warunkiem identyfikacji i izolacji genów odpowiedzialnych za ich syntezę. Produkcji tego typu odmian można się spodziewać w drugiej dekadzie XXI wieku.
- Odmiany produkujące surowce energetyczne – czyli rolnicza produkcja odnawialnych źródeł energii. Pierwsze próby w tym kierunku podjęto podczas kryzysu energetycznego w latach 70. (rzepak, lateks z wilczomleczowatych). Ze względu na wydajność procesów uzyskiwania energii z tych źródeł oraz relatywnie niskie ceny kopalin, technologie te są nieopłacalne. Dopiero wyraźne polepszenie wydajności gromadzenia substancji energetycznych przez rośliny GM może poprawić ten bilans. Pojawienie się takich form przewidywane jest na trzecie dziesięciolecie XXI wieku.



Korzyści dla konsumenta i społeczeństw

- **poprawa zdrowotności produkowanej żywności;**
- **możliwość wprowadzenia nowych parametrów jakościowych;**
- **możliwość obniżenia kosztów produkcji, a tym samym cen żywności.**

Perspektywy rozwoju zielonej biotechnologii należy rozpatrywać w różnych kontekstach. Inaczej to zagadnienie wygląda w naszym kraju, odmiennie w zjednoczonej Europie, a jeszcze inaczej w skali globalnej. Skoro połowę budżetu dostatej Unii Europejskiej pochłania dotowanie produkcji rolnej i przetwórstwa, to oczekiwania jej mieszkańców są inne aniżeli ludności centralnej Afryki czy Azji. Jednak Komisja Europejska podkreśla naszą współodpowiedzialność za losy całej planety, wskazując na korelację cen naszej żywności z sytuacją rolnictwa na innych kontynentach.

Historia odkryć i wynalazków pokazuje, że każda innowacyjna technologia miała swoich zagorzałych przeciwników, a stosunek społeczeństw był nacechowany obawami i zastrzeżeniami do tego, co nowe. Tak samo jest w naszych czasach. Bardzo zaawansowane technologie (bioinformatyka, inżynieria genetyczna, genomika), opisywane przy pomocy hermetycznej terminologii (chip, restryktaza, biologia systemów) są całkowicie obce, „nieprzyjazne” dla przeciętnego konsumenta, który nie rozumie ich związków i korelacji z produktami codziennego użytku, jak wyroby z bawełny czy hamburger. Dlatego konsument, widząc to wyraźnie w Europie, nie wierzy „na słowo” w dobrą jakość nowatorskich produktów, choćby miał zaufanie do uczonych, którzy je tworzą.

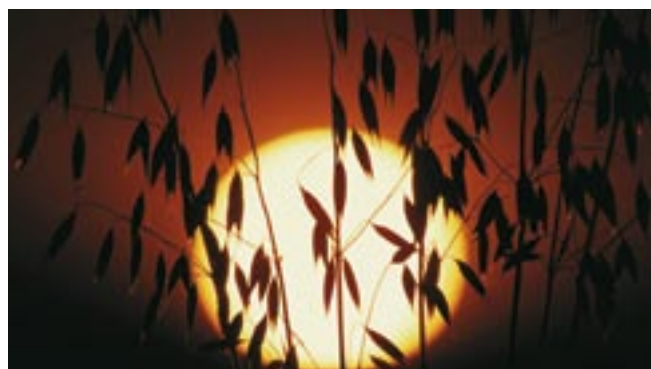


Jeszcze raz o obawach

Przeciwnicy nowoczesnej biotechnologii, potocznie określani jako „zieloni”, zgłaszają wiele obaw. Ich zarzuty nie są udokumentowane i opierają się na danych, które nie są powtarzalne. Mimo to wyraźnie wpływają na opinię publiczną i znacząco obniżają zaufanie społeczne do współczesnej biotechnologii, a zwłaszcza agrobiotechnologii. Działania „zielonych” przynoszą wymierne efekty: załamanie europejskiego rynku produktów, istotne zahamowanie badań, emigrację wielu specjalistów, zwłaszcza młodych. Tę korelację efektów społecznych, ekonomicznych i naukowych określa się już terminem „biosocjoteror”.

We współczesnej Europie jest liczne grono konsumentów żywności „ekologicznej”, skłonnych zapłacić drożej za produkty uzyskiwane zgodnie z ich życiową filozofią. Ta grupa społeczna z pewnością nie jest zainteresowana produktami agrobiotechnologii. Najszerza jednak jest grupa konsumentów masowej, taniej żywności, przy produkcji której ważne jest obniżenie kosztów wytwarzania przy równoczesnym zachowaniu wysokiej jakości. Ta gałąź rolnictwa i przetwórstwa wykorzystuje postęp naukowy, obecnie przede wszystkim chemizację produkcji. Tymczasem bardzo wysokie efekty produkcyjne i korzyści ekonomiczne pozwala osiągnąć agrobiotechnologia, która – w ocenie zwolenników – jest właśnie proekologiczna.

Komisja Europejska popiera filozofię koegzystencji różnych form współczesnego rolnictwa, a w konsekwencji przemysłu rolno-spożywczego, aczkolwiek nie znalazło to jeszcze odzwierciedlenia w uregulowaniach prawnych.



Szybki wzrost plonów i produkcji roślin uprawnych (głównie zbóż) w krajach tzw. trzeciego świata, jaki miał miejsce w latach 60. i 70. ubiegłego wieku, nazwano „zieloną rewolucją”. Jej istotą było wprowadzenie do uprawy krótkosłomych odmian zbóż, u których 2/3 wytworzonej suchej masy gromadziło się w kłosach i ziarnie, kosztem słomy i systemu korzeniowego. Efektywność wykorzystania energii słonecznej do tworzenia suchej masy roślin była taka sama u dotychczasowych odmian długosłomych i nowych – krótkosłomych. Jednak w nowych odmianach hodowcy uzyskali istotną zmianę w dystrybucji wytworzonej suchej masy – znacznie większe jej nagromadzenie w ziarnie kosztem innych części rośliny.

„Ceną” za wzrost plonu rolniczego były duże nakłady energetyczne w formie nawożenia, nawadniania, chemicznego zwalczania chwastów, szkodników i chorób. Zbyt radykalne intensyfikowanie produkcji na tej drodze prowadziło do negatywnych skutków ekologicznych, takich jak: skażenie wód powierzchniowych pozostałościami środków chemicznych czy zasolenie gleb. Wzrost cen nośników energii stawał pod znakiem zapytania ekonomiczną efektywność produkcji odmian krótkosłomych.

Mimo ograniczeń i negatywnych efektów „zielona rewolucja” była niekwestionowanym sukcesem współczesnej agronomii. Dzięki niej nastąpiło podwojenie plonów i produkcji w ciągu 25-30 lat, co uratowało od głodu miliony ludzi w Indiach, Chinach i innych krajach Azji Południowo-Wschodniej oraz Ameryki Południowej. Symbolem uznania dla „zielonej rewolucji” było przyznanie pokojowej Nagrody Nobla dr. Normanowi Borlaugowi, wybitnemu hodowcy odmian zbóż nowej generacji.

Ekologiczne i ekonomiczne ograniczenia w „zielonej rewolucji” powodują, że trzeba szukać nowych dróg intensyfikacji produkcji żywności, by sprostać wyzwaniom, jakie niesie XXI w. Wielu ekspertów widzi szansę w „genowej rewolucji” – wykorzystaniu metod inżynierii genetycznej w hodowli nowych odmian gatunków uprawnych roślin, czyli w zielonej biotechnologii.

Jakie są podobieństwa i różnice między obiema rewolucjami? Jakie wnioski z przebiegu „zielonej” płyną dla przewidywanych efektów „genowej”? Następujące elementy świadczą o tym, że dotychczasowy przebieg „genowej rewolucji” jest zbliżony do początków „zielonej”:

1. Wykorzystanie osiągnięć nauki i technologii do tworzenia nowych odmian roślin uprawnych, znacząco bardziej efektywnych od dotychczasowych.
2. Nowy typ odmian, zwanych transgenicznymi, może odegrać zasadniczą rolę w rozwoju rolnictwa na świecie.
3. Z wielu różnych powodów nowa technologia nie dotarła do tych rejonów świata, dla których może mieć największe znaczenie.



Istotne elementy różniące dwa przewroty w rolnictwie to:

1. Podstawy naukowe i rozwiązania technologiczne „genowej rewolucji” są o wiele bardziej złożone niż te, na których zbudowana była „zielona rewolucja”.
2. Odmiany transgeniczne są tworzone przede wszystkim przez sektor prywatny (w hodowli roślin w laboratoriach i filiach hodowlanych wielkich, międzynarodowych korporacji), podczas gdy odmiany będące podstawą „zielonej rewolucji” powstawały głównie w instytucjach sektora publicznego.
3. Polityczna atmosfera towarzysząca wdrażaniu technologii modyfikacji genetycznej zmieniła się bardzo istotnie na niekorzyść, w porównaniu z tą, jaka towarzyszyła wprowadzaniu „zielonej rewolucji”.

W celu zwiększenia wpływu na rozwój rolnictwa, a przede wszystkim uzyskania akceptacji w rejonach świata najbardziej potrzebujących efektywnych technologii zwiększania produkcji, „genowa rewolucja” musi spełnić następujące warunki:

- Agrobiotechnologia musi być dostosowana do potrzeb i możliwości finansowych rolników krajów rozwijających się. Dotyczy to również wprowadzanych cech, które winny być bardziej związane z problemami tych krajów, takimi jak odporność na suszę, choroby i szkodniki, skład jakościowy plonu rolniczego.
- Udział sektora publicznego w finansowaniu badań w zakresie agrobiotechnologii powinien się szybko zwiększyć. Publiczna kontrola badań może znacząco wpłynąć na akceptację osiągnięć inżynierii genetycznej.
- Zwiększenie efektywności produkcji żywności w skali globalnej musi stać się istotnym postulatem polityki gospodarczej poszczególnych krajów. Dla wielu polityków krajów rozwiniętych, ale również i rozwijających się, postulat ten nie jest priorytetem.
- Kraje rozwijające się muszą jak najszybciej stworzyć jasny system bezpieczeństwa biologicznego. Istnienie i funkcjonowanie takiego systemu jest istotnym warunkiem społecznej akceptacji dla agrobiotechnologii.



Dotychczasowe metody intensyfikacji produkcji rolnej wyczerpują się. Zielona biotechnologia może odegrać istotną rolę w zwiększaniu produktywności rolnictwa w skali globalnej. Wykorzystanie potencjału „genowej rewolucji” będzie zależało od stopnia społecznej akceptacji dla niej. Akceptacja ta jest niestety znacznie słabsza niż w przypadku „zielonej rewolucji”, mimo że większość przytaczanych obaw i zagrożeń towarzyszących agrobiotechnologii nie ma naukowego uzasadnienia.

Opory wobec „genowej rewolucji” są ważnym faktem społecznym i politycznym. Jeżeli nie uda się ich przezwyciężyć na drodze merytorycznej dyskusji społecznej, to korzystanie z dobrodziejstw zielonej biotechnologii będzie wątpliwe, z wszystkimi konsekwencjami społecznymi i ekologicznymi wynikającymi z tego faktu. Tymczasem najkorzystniejsza dla harmonijnego rozwoju jest koegzystencja różnych działów rolnictwa, wykorzystujących zróżnicowane technologie i koncepcje.

Komisja Europejska, opierając się na licznych opiniach eksperckich, sformułowała następujące stanowisko: produkty GMO nie stwarzają innego zagrożenia dla naszego społeczeństwa i środowiska niż klasycznie pozyskiwane materiały, a surowe kryteria oceny pozwalają uznać, że te produkty są wręcz bezpieczniejsze niż klasyczne.





**POLSKA
FEDERACJA
BIOTECHNOLOGII**

Adres do korespondencji:

ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź

Tel. +48 42 631 34 29, E-mail: egro@p.lodz.pl

ISBN 978-83-921146-0-4

EAN 9788392114604

Agencja EDYTOR