

Polska biotechnologia roślin i jej uwarunkowania

Stefan Malepszy
Katedra Genetyki i Hodowli
Roślin Ogrodniczych
Szkoła Główna
Gospodarstwa Wiejskiego
Warszawa

Biotekhnologia jest określonym sposobem rozwiązywania problemów, charakteryzującym się trzema podstawowymi cechami: 1) korzystanie z układu żywego, 2) utworzenie układu żywego w wyniku stosowania inżynierii genetycznej lub komórkowej, 3) w warunkach sztucznych (np. bioreaktor) lub naturalnych dochodzi do ujawnienia się korzyści z używania wytworzonego układu.

Czy rozwijać biotechnologię?

Charakterystyczną cechą biotechnologii jest rozwiązywanie problemów za pomocą najnowszych osiągnięć biologicznych i technicznych. Dlatego też rozważając możliwości zastosowania biotechnologii należy przede wszystkim rozstrzygnąć dwie podstawowe kwestie: czy nauka jest odpowiednio przygotowana oraz czy istnieje zapotrzebowanie na takie rozwiązania. Jak wygląda sytuacja w naszym kraju? Czy rozwijać biotechnologię? Odpowiedzi na te pytania są często nie satysfakcjonujące. Sądzę, że wystarczającą rekomendacją dla biotechnologii są dwa następujące fakty: 1) biotechnologia jest nowoczesną dyscypliną wykorzystującą najnowsze osiągnięcia, a zatem zajmowanie się nią oznacza unowocześnianie nauki i kształcenia; 2) konkurencyjność polskiej gospodarki wymaga nowoczesnych rozwiązań.

Z charakteru biotechnologii wynika cały szereg uwarunkowań wpływających na jej rozwój. Uwarunkowania te można podzielić na grupy: biologiczne, organizacyjne, techniczne, ekonomiczne i in. (np. kulturowe, prawne). Uwarunkowania biologiczne w biotechnologii roślin są na ogół dość dobrze znane.

Powstaje jednak pytanie jakie są uwarunkowania organizacyjne rozwoju biotechnologii w naszym kraju? W biotechnologii roślin można wyróżnić trzy zasadnicze sytuacje: 1) roślina transgeniczna ma nową(e) cechę(y) zwiększającą(e) wartość użytkową lub ułatwiająca(e) uprawę(y), 2) materiał siewny lub sadzonkowy jest wytwarzany na dużą skalę z użyciem bioreaktora, 3) w wa-

runkach bioreaktora komórki lub tkanki roślinne wytwarzają substancję będącą surowcem w produkcji danego artykułu. Spójrzmy na te sytuacje poprzez określenie najważniejszych warunków ogólnych, jakie muszą być spełnione, aby można było mówić o rozwiązaniu danego problemu za pomocą biotechnologii. Warunki te podano w tab. 1 oraz bardziej szczegółowo dla wybranego tylko etapu, tj. produkcji materiału siewnego w tab. 2. Z przedstawionych danych wynika, że rozwój biotechnologii roślin wymaga istnienia zespołów naukowych o umiejętnościach podanych w tab. 3.

TABELA 1
WARUNKI OGÓLNE, KTÓRE MUSZĄ BYĆ SPELNIONE,
ABY MOŻNA BYŁO PRAKTYCZNIE WYKORZYSTAĆ BIOTECHNOLOGIE ROŚLIN

Odmiana transgeniczna	Produkcja materiału siewnego	Produkcja określonej substancji w bioreaktorze
Dostępny jest gen, który determinuje daną cechę	Zarodki somatyczne można wytwarzać w dużych ilościach	Istnieją warunki do stabilnego wytwarzania danej substancji
Wiadomo jakimi sekwencjami regulacyjnymi gen uzupełnić, aby ulegał oczekiwanej ekspresji	Zarodki somatyczne można zamknąć w otoczce — somatyczne nasiona	Wydajność produkcji jest odpowiednia
Istnieje sposób wprowadzenia danego genu do dawcy	Somatyczne nasiona mają wszystkie cechy dobrego materiału siewnego	Produkt handlowy spełnia odpowiednie wymogi jakościowe
Rośliny z nowym genem mają nową właściwość w typowych warunkach uprawy	Cena somatycznych nasion jest konkurencyjna	Technologia jest opłacalna
Nowa właściwość jest przekazywana na potomstwo. Jest ona korzystnie reprezentowana w pewnym zakresie warunków klimatyczno-glebowych. Rośliny z nowym genem są konkurencyjne do dotychczasowych odmian		

Z analizy danych zawartych w tab. 1 – 3 wynikają najważniejsze cechy charakteryzujące biotechnologię roślin. Można je zdefiniować następująco: 1) biotechnologia powinna się rozwijać w wyniku dokonań nauk podstawowych biologicznych i technicznych, 2) biotechnologia wymaga ścisłej współpracy specjalistów różnych dyscyplin i specjalności, 3) biotechnologia wymaga kontroli wielu czynników, 4) w naszej nauce istnieją duże dysproporcje w stopniu rozwoju subdyscyplin determinujących postęp w biotechnologii.

TABELA 2
 PRZYKŁADY SZCZEGÓLOWYCH WARUNKÓW, KTÓRE NALEŻY OKREŚLIĆ
 W DWÓCH WYBRANYCH ETAPACH BIOTECHNOLOGICZNEJ PRODUKCJI MATERIAŁU SIEWNEGO

Etap produkcji zarodków somatycznych	Przygotowanie zarodków somatycznych do tego aby spełniały wymogi stawiane dobremu materiałowi siewnemu
Jakie muszą zachodzić warunki fizyczne w biofermentorze (temperatura, oświetlenie, wymiennalność pożywki, intensywność i sposób mieszania, gęstość, wartość osmotyczna)?	Jak łatwo rozpoznać odpowiednie stadium do izolacji? Jakie musi być zagęszczenie zarodków? Jak odseparować zarodki o odpowiednim stadium?
Jakie muszą być spełnione warunki chemiczne w biofermentorze (skład regulatorów wzrostu, skład pozostałych komponentów pożywki, pH)?	Jak hartować zarodki (osuszać?), jak gwałtownie, do jakiego stopnia, jakim czynnikiem; w jakiej umieszczać je otoczce — czynnik żelujący, zestaw składników odżywczych, regulatorów wzrostu, substancji ochraniających przed patogenami i szkodnikami; w jakich warunkach i jak długo przechowywać somatyczne nasiona, jak je wysiewać?
Czy i jaka powinna być dynamika zmian tych warunków?	
Jak inicjować kulturę (wielkość inokulum, sposób przygotowania i wiek)?	
Jakie są wymagania odmian i linii w stosunku do poszczególnych czynników?	

TABELA 3
 PODSTAWOWE UMIEJĘTNOŚCI NIEZBĘDNE DO ROZWIJANIA BADAŃ
 W DWÓCH DZIAŁACH BIOTECHNOLOGII ROŚLIN I ICH REPREZENTOWANIE W POLSKIEJ NAUCE

Odmiana transgeniczna	Stopień reprezentowania	Produkcja materiału siewnego	Stopień reprezentowania
Izolacja genów — dostępność genów	+	Wytwarzanie zarodków w bioreaktorze	+
Konstrukcja genów i wektorów	+	Sprawdzenie jakości zarodków:	
Wprowadzanie wyizolowanych genów do dawcy	+	genetycznej	+
Uzyskiwanie roślin transgenicznych	+	adaptacyjnej	+
		wzrostu i rozwoju	+++
		plonowania	+++
Sprawdzenie stabilności genu w różnych warunkach, wytypowanie linii transgenicznych w warunkach uprawy polowej	++	Sposób hartowania i adaptacji	+
		Dobór otoczki i jej składników	+
		Fizjologia somatycznego nasienia	++
Sprawdzenie wartości linii transgenicznych w doświadczeniu porównawczym	+++	Wartość siewna somatycznego nasienia	+++
Opracowanie technologii uprawy i nasiennictwa	+++	Kryteria jakości materiału siewnego somatycznych nasion	+++

(+ niewielkie; ++ średnie; +++ duże)

Czy stan polskiej nauki umożliwi rozwijanie biotechnologii?

Z bardziej szczegółowej analizy (tab. 4) wynika, że w Polsce jest pięć silnych ośrodków wyróżniających się swoim potencjałem głównie w zakresie biologii molekularnej, w tym jeden o znaczeniu bardziej praktycznym. Są to: Instytut Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu, Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie, Centrum Mikrobiologii i Wirusologii PAN w Łodzi oraz Zakład Inżynierii Genetycznej PP TERPOL, Sieradz, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Średni potencjał reprezentuje pięć ośrodków: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Akademia Rolnicza w Poznaniu, Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, Ogród Botaniczny PAN w Powsinie, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Ponadto istnieją ośrodki, które reprezentują dobry poziom w jednym z rozpatrywanych elementów, a mianowicie w stosowaniu technik kultury *in vitro*. Są to: Akademia Rolnicza w Krakowie, Akademia Medyczna w Warszawie, Instytut Warzywnictwa i Kwaciarnictwa w Skierniewicach, Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie. W niektórych ośrodkach potencjał jest zlokalizowany tylko w jednej jednostce (np. SGGW — Warszawa) lub większej liczbie, np. czterech (UAM — Poznań). Tylko jeden ośrodek (AR — Poznań) ma bardzo dobre wyposażenie w bioreaktory. Bardziej szczegółowa analiza danych z tab. 4 wskazuje, że: 1) liczba gatunków, u których są prowadzone prace nad izolacją i charakterystyką genów, jest niewielka (łubin — geny biorące udział w symbiotycznym wiązaniu azotu, ziemniak — geny odporności na chłód, ogórki — geny odpowiedzialne za pleć i aktywne w somatycznej embriogenezie); 2) są realizowane prace nad konstrukcją wektora do transformacji wnoszącego odporność na wirusa liściozwoju (ziemniak); 3) wykonywane są prace nad transformacją genu warunkującego odporność na chłód — pochodzącego z flądry atlantyckiej (ziemniak, kukurydza) i genu kodującego białko płaszczka wirusa szarki; 4) w kulturach *in vitro* realizowane są prace prawie ze wszystkimi gatunkami wymienionymi w tab. 1; 5) najrzadziej są reprezentowane kultury w bioreaktorach. W polskich ośrodkach wyizolowano i scharakteryzowano geny, z których tylko nieliczne mogą mieć praktyczne znaczenie. Jeżeli jednak z danego genu zamierza się „zrobić użytek” dla biotechnologii, to należy mieć możliwie pewną informację co do potencjalnego efektu praktycznego. Na dziś „użyteczność” genów wyizolowanych w polskich ośrodkach wymaga potwierdzenia, a to pociąga za sobą konieczność dalszych badań.

Tymczasem z prac wykonanych w innych krajach dość dobrze wiadomo, które geny mogą mieć duże znaczenie przy poprawianiu określonych właściwości lub wprowadzaniu nowych cech. Geny te można w zasadzie sprowadzić, jeżeli zamierza się ich użyć w celach badawczych. Natomiast, aby transgeniczna komórka lub organizm zawierające taki gen mogły być używane w przedsięwzięciach komercyjnych, trzeba spełnić dodatkowe wymogi finansowe, a jeżeli nie to do takich celów danego genu w ogóle wykorzystać nie można. Jest to bardzo istotne ograniczenie. Można je ominąć w dwojaki sposób: 1) uzyskać

prawo nieskrępowanego dysponowania danym genem przez nawiązanie współpracy z ośrodkiem posiadającym gen, 2) wyizolować samemu dany gen. Wynika z tego, że należy w kraju z jednej strony rozwijać takie podstawowe badania genetyczne określonych zjawisk i procesów, które zajmują się izolacją genów, a z drugiej takie projekty, których częścią jest tylko wyizolowanie genów o potencjalnym znaczeniu praktycznym. Z jednej strony jest to bowiem gromadzenie określonego potencjału, a z drugiej możliwość nieskrępowanego rozwoju i wzrost atrakcyjności Polski jako kooperanta we współpracy międzynarodowej. W związku z tym odpowiedź na to pytanie jest pozytywna, z jednym uzupełnieniem, że należy prace w tym obszarze znacząco popierać. Jest to dodatkowo uzasadnione tym, że wyizolowanie genu jest przydatne jednocześnie do wielu innych prac, m.in. do mapowania molekularnego i szybkiego testowania genotypów w hodowli.

TABELA 4
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA POTENCJAŁU* BADAWCZEGO I PROBLEMATYKI INSTYTUCJI
ZAJMUJĄCYCH SIĘ BIOTECHNOLOGIĄ ROŚLIN

Instytucja	Charakterystyka potencjału w zakresie			Problematyka
	biologii moleku- larnej	kultur <i>in vitro</i>	analizy wzrostu i rozwoju roślin**	
IChB PAN Poznań	+++	+	+—	genetyka wiązania azotu u roślin wyższych
IBB PAN Warszawa	+++	+	+—	odporność na wirusa liściozwoju i <i>Phytophthora infestans</i> (Z), konstrukcja sztucznego chromosomu, izolacja i charakterystyka genów PR, produkcja nowych substancji po transformacji
Politechnika Łódzka	+++	+	—	produkcja nowych substancji po transformacji
UAM Poznań	+++	+++	+	transformacja genów odporności na wirusy i odporności na niską temp. (Z, K, S) oddalone krzyżowanie, haploidyżacja
SGGW Warszawa	+	+++	+++	genetyka płci i somatycznej embriogenezy, metody kultur <i>in vitro</i> , somatyczne mieszańce, haploidyżacja, (Og, Zy)
AR Poznań	+	+++	+	somatyczna embriogeneza w bioreaktorach, haploidyżacja, krzyżowanie oddalone, transformacja (Og, Tr, Rz)
IGR PAN Poznań	+	+	+	haploidyżacja, oddalone krzyżowanie (P, Z, J), transformacja
OB PAN Powsin	+	+++	+++	somatyczna embriogeneza (L, Secale, Am), przechowywanie w niskich temp. RFLP
Uniwersytet Wrocław	+	+	+	mikropropagacja, transformacja (rośliny ozdobne i chronione)

TABELA 4 CD.

IHAR Radzików	+	+++	+++	haploidyzacja, somatyczne mieszańce, wegetatywne rozmnażanie, transformacja (P, Tr, Rz, Z, Bo)
AR Kraków	-	+++	+	haploidyzacja, mikropropagacja (Bć, Rz, Ko)
AM Warszawa	-	+++	+	mikropropagacja, wtórne metabolity
ISK Skierniewice	-	+++	+++	mikropropagacja, odwirusowywanie, somatyczna embriogeneza (rośliny ozdobne i sadownicze)
ART Olsztyn	-	+	+	somatyczna embriogeneza, krzyżowanie oddalone (L, M)
ART Bydgoszcz	-	+	+	haploidyzacja, mikrorozmnażanie (Bc, Rz)
UJ Kraków	+	+	+	
Instytut Farmakologii Kraków	+-	+	+	produkcja wtórnych metabolitów, transformacja (<i>hairy roots</i>)
Zakład Fizjologii PAN Kraków		+	+++	indukcja jarowizacji, rozmnożenie wegetatywne
Uniwersytet Łódzki	+	+	+-	
Instytut Warzywnictwa Skierniewice	-	+	+	wegetatywne rozmnażanie (Pm, Cz)
UMK Toruń	+	-	?	
Zakład Botaniki Farmaceutycznej Warszawa	-	+++	+	mikropropagacja, produkcja wtórnych metabolitów
Uniwersytet Szczecin	-	+	+-	
Instytut Ziemiaka Bonin	-	+	+	wegetatywne rozmnażanie i odwirusowywanie
Uniwersytet Śląski	+-	+++	+	haploidyzacja, kultury tkankowe (J, At)
JUNG Puławy	-	+	+	kultura protoplastów i tkanek (Ty)
UW	+	+-	+	
AM Poznań	?	+	?	

* w określeniu „potencjał badawczy” ujmowano — wyposażenie warsztatowe, aktywność publikacyjną, wielkość zespołu(-ów).

** uwzględniano dysponowanie — specjalistycznym polem doświadczalnym, szklarniami, fitotronem (Z — ziemniak, K — kukurydza, Og — ogórek, Zy — żyto, Tr — koniczyna, Rz — rzepak, P — pszenica, L — łubin, Ko — koniczyna, J — jęczmień, Bo — burak cukrowy, Bć — Burak ćwikłowy, M — marchew, Am — *Amaranthus*, Pm — pomidor, Cz — czosnek, At — *Arabidopsis thaliana*, Ty — tytoń, S — śliwa).

Potencjał badawczy określono w skali trzystopniowej: wysoki +++, średni ++, niski +, brak -.

Jak rozwijać biotechnologię?

Sądzę, że w obecnej sytuacji można zwiększyć efektywność badań z zakresu biotechnologii roślin poprzez: 1) uzgodnienie i konsekwentne respektowanie kierunków priorytetowych z zakresu genetyki roślin, istotnych dla rozwoju biotechnologii (jedna z takich propozycji jest znana, zob. (1)); 2) wprowadzenie takich rozwiązań organizacyjnych w sferze finansowania badań, które stymulowałyby współpracę zespołów o różnorodnych specjalnościach (obecny system pakietów KBN stymulacji takiej nie daje; stan polskiej hodowli jest taki, że granty celowe są nierealne; nieosiągalne dla biotechnologii są granty zamawiane), 3) utworzenie przy KBN jednej sekcji biotechnologii — wspólnej dla projektów podstawowych i stosowanych (negatywne konsekwencje podziału są szczególnie dotkliwe dla biotechnologii).

Jaką problematykę uznać za priorytetową?

Racjonalność wymaga, aby w biotechnologii określić priorytetowe kierunki. Do nich należą: a) szeroko pojęta ochrona roślin, b) kontrola procesów reprodukcji, c) uzyskiwanie surowca roślinnego o nowych, pożądanym cechach jakościowych, d) rozwój energooszczędnych, przychylnych naturalnemu środowisku, technologii produkcji. Obszary te korespondują z wytypowanymi niedawno kierunkami z zakresu genetyki i hodowli roślin, które mają służyć rozwojowi nowoczesnego rolnictwa (1,2).

Jednocześnie obowiązywać powinny dwa kryteria uszczegółowiające, dotyczące obiektów badawczych: 1) badania powinny dotyczyć tych gatunków roślin, które są strategiczne dla polskiego rolnictwa oraz tych, u których rodzima hodowla reprezentuje wysoki poziom — konkurencyjny do Europy; 2) w przypadku chorób i szkodników powinny to być przede wszystkim te przypadki, które są najbardziej kosztochłonne i/lub najbardziej obciążają środowisko. Stosowny podział, ważnych dla Polski, roślin uprawnych wraz z zaznaczeniem istotności poszczególnych kierunków podano w tab. 5.

TABELA 5
GATUNKI ROŚLIN UPRAWNYCH U KTÓRYCH NALEŻAŁOBY PODJĄĆ PRIORYTETOWE KIERUNKI
Z ZAKRESU BIOTECHNOLOGII ROŚLIN

Gatunek	Kierunek			
	ochrona roślin	kontrola reprodukcji	nowe cechy jakościowe	inne
I. Rośliny rolnicze				
ziemniak	+	+	+	+
rzepak	+	+	+	-
burak cukrowy	+	+	-	-
żyto	-	+	+	-
kukurydza	+	-	+	+
pszenica	+	-	+	+
groch	+	-	+	-
jęczmień	+	+	+	-
II. Rośliny ogrodnicze				
burak ćwikłowy	-	+	-	-
ogórek	+	+	-	-
kapustne	+	+	-	-
pomidor	+	+	+	+
papryka	-	+	-	+
marchew	+	+	-	-
truskawka	+	-	-	-
jabłoń	+	-	-	-
wiśnia	+	-	-	-
malina	+	-	-	-
por	-	+	-	-
cebula	+	-	-	-
groszek konserwowy	+	-	-	-
fasola	+	-	-	+

+ = tak, - = nie

Literatura

1. Malepszy S., (1992), Postępy Nauk Rolniczych, 3, 238, 15 - 19.
2. Żurkowski M., (1992), Tematy zbiorcze — strategiczne dla realizacji zadań w naukach rolniczych i leśnych. Opr. zesp. pod kier. M. Żurkowskiego, Materiały V Wydziału PAN, Warszawa.

Plant biotechnology in Poland and its determinants

Summary

Biotechnology is a new tool among modern applied sciences. Its rapid development achieved in some countries makes many others try to do the same. The present state of sciences related to plant biotechnology and the directions of their development are discussed.

Key words:

biotechnology, plant.

Adres dla korespondencji:

Stefan Malepszy, Katedra Genetyki i Hodowli Roślin Ogrodniczych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa.