

**ANDRZEJ ANIOŁ**

Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

## Wpływ biotechnologii i procesów globalizacji w gospodarce na hodowlę roślin i wspierające ten sektor badania naukowe

### The impact of biotechnology and globalization processes on plant breeding and its R&D component

Na tle spektakularnych osiągnięć hodowli roślin w drugiej połowie ubiegłego wieku, których kulminacją była zielona rewolucja, przedstawiono oddziaływanie na sektor hodowlano-nasienny wraz z jego zapleczem badawczym dwóch nowych czynników jakimi są: nowe metody biologii molekularnej związane z biotechnologią oraz procesy globalizacji w gospodarce. Omówiono wpływ tych czynników na finansowanie badań i prac hodowlanych, strukturę przedsiębiorstw nasiennych oraz przepływ informacji naukowej i materiałów wyjściowych do hodowli między placówkami badawczymi i sektorem hodowlano-nasiennym

**Słowa kluczowe:** agrobiotechnologia, finansowanie badań i hodowli, konsolidacja firm, konwencja UPOV, patenty, własność intelektualna

The influence of biotechnology and globalization processes on plant breeding sector and its R&D component is discussed on the background of spectacular achievements of plant breeding during the second half of XX century, symbolized by green revolution. The impact of the above factors on plant breeding methodology and relations between science and plant breeding is described. The importance of biotechnology and of dominance of private funds in plant breeding and research for the structure of plant breeding businesses and information exchange and availability of pre-breeding materials is discussed.

**Key words:** agrobiotechnology, financing of plant breeding programs and research, intellectual property, merging of plant breeding businesses, patents, UPOV convention

#### I. CZYNNIKI GLOBALIZACJI GOSPODARKI WPŁYWAJĄCE NA HODOWLĘ ROŚLIN

##### 1. Czy konieczna jest intensyfikacja i wzrost produkcji żywności?

Hodowla roślin związana z ich udomowieniem i uprawą odegrała istotną rolę w powstaniu i rozwoju rolnictwa. Wzrost wydajności w produkcji żywności powodował, że coraz większy segment społeczeństwa mógł wykorzystywać swą energię i pomysłowość na inne działania niż zdobywanie żywności. I w tym sensie decydował o rozwoju

cywilizacji. Im mniej ludzi potrzeba do wytworzenia dostatecznej ilości żywności, tym szybszy może być rozwój cywilizacyjny i mniejsze ryzyko niepokojów społecznych, które zawsze towarzyszą głodowi (Crossie i in., 2006).

Techniki i procesy produkcji w rolnictwie w różnych epokach historycznych były kształtowane przez dwa dominujące czynniki: poziom wiedzy przyrodniczej i możliwości techniczne oraz strukturę społeczną i stopień zamożności ludności pozarolniczej. Oba te czynniki i tym samym i system rolniczy ulegały bardzo powolnym zmianom do czasów nowożytnych, kiedy to efekty rewolucji przemysłowej i burzliwego rozwoju nauk przyrodniczych znalazły również odzwierciedlenie w zmianach w systemie produkcji w rolnictwie.

Powstała w Anglii w XVIII wieku teoria, opracowana przez pastora Tomasza Malthusa zakładająca, że liczebność populacji rośnie w postępie geometrycznym, a zasoby żywności, co najwyżej w postępie arytmetycznym, uzasadniała nieuchronność głodu i tym samym walki o byt. W oparciu o tę teorię Darwin sformułował fundamentalną do dziś w biologii teorię ewolucji organizmów żywych, według której głównym mechanizmem ewolucji biologicznej jest selekcja, polegająca na przeżywaniu i wydawaniu potomstwa w każdym kolejnym pokoleniu przez osobniki najlepiej przystosowane do danych warunków środowiska.

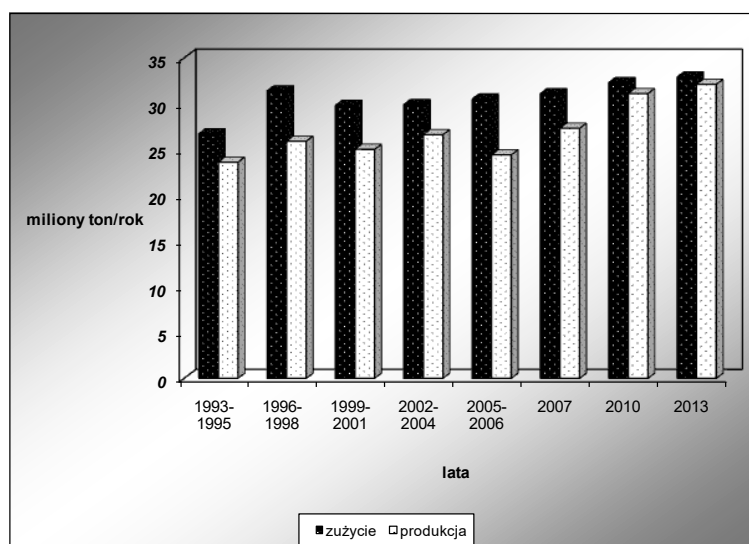
Jednak historia gospodarcza Europy i Ameryki ostatnich dwustu lat zdaje się dowodzić, że teoria Malthusa nie jest prawdziwa, przynajmniej w odniesieniu do ludzi — wzrost produkcji żywności był proporcjonalny do wzrostu populacji, a w pewnych okresach i krajach nawet był istotnie wyższy (Pinstrup-Andersen i in., 1999). Dzięki rozwojowi nauk przyrodniczych i rolniczych udawało się w krajach rozwiniętych wymknąć z tzw. pułapki Malthusa.

Począwszy od lat 50. XX wieku dzięki dopływowi energii spoza rolnictwa (mechaniczna uprawa, nawożenie, chemiczna walka z chorobami i chwastami, nawadnianie) oraz zastosowaniu genetyki w nowoczesnej hodowli roślin rolniczych nastąpił znaczny wzrost wydajności produkcji rolniczej zwany często „zieloną rewolucją”. Dzięki tym procesom udało się utrzymać wzrost produkcji żywności zaspakajający, a nawet niekiedy wyprzedzający wzrost liczebności populacji, zwiększającej się w tempie 1,8% rocznie w skali globu (Borlaug, 2000). Skalę osiągnięć można zilustrować następująco: gdyby wydajność z 1 ha „zamrozić” na poziomie plonów z 1961 roku, wówczas wyprodukowanie żywności wystarczającej do wykarmienia 6 miliardowej populacji z 2000 roku wymagałoby dodatkowych 850 mln ha dobrej ziemi ornej, której po prostu nie ma. Jednak osiągnięcia „zielonej rewolucji” mają swoją cenę. Wielu ekspertów skłania się do wniosku, że dalszy wzrost wydajności produkcji na tej drodze nie jest możliwy, a w niektórych krajach Europy Zachodniej postulowane jest zmniejszenie dotychczas stosowanych nakładów na produkcję.

Rozpowszechniane w mediach przekonanie o nadprodukcji żywności potwierdza fakt interwencji państw na rynkach produktów rolnych, która to interwencja pochłania znaczne kwoty z budżetów poszczególnych krajów europejskich, jak i budżetu UE. Mimo nadwyżek w produkcji zbóż w niektórych krajach UE lub zrównoważenia produkcji ze zużyciem jak np. w Polsce (rys. 1) ogólny bilans produkcji roślinnej w Europie jest

zdecydowanie ujemny, jeśli uwzględnić import ponad 30 mln ton śruty sojowej rocznie, w tym około 2 mln ton do Polski. Zaowocowało to osiągnięciem samowystarczalności w produkcji zbóż na początku lat 80. ubiegłego wieku przez kraje dawnej 15 UE, a w następnych latach do produkcji nadwyżek, obecnie sięgających 117% zapotrzebowania na zboża. Nadwyżki te nie rekompensują jednak znacznego deficytu w produkcji roślinnego białka paszowego, produkcja w krajach UE pokrywa zaledwie 22% przemysłu paszowego.

Tymczasem dane FAO wskazują, że „zielona rewolucja” pozwoliła tylko na ograniczone w czasie „wymknięcie” się z maltuzjańskiej pułapki (Conoway, 1999). Prognozy przewidują dalszy wzrost populacji o około 2 miliardy do roku 2040. Wyżywienie takiej populacji wymaga wzrostu produkcji ziarna zbóż o prawie 40% i 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. Jest to scenariusz nie do zaakceptowania. Jednak trudno będzie znaleźć rząd, który zgodzi się na wprowadzenie reżimów ochrony środowiska kosztem biedy i niedożywienia własnego społeczeństwa. Wyzwania, jakie stawia wiek XXI przed producentami żywności, wynikają ze wzrostu globalnej populacji z 6 miliardów w 1999 roku do 9 miliardów ludzi w 2050 roku, z tego 90% w 2050 roku będzie zamieszkiwało kraje rozwijającego się południa, w tym ponad połowa będzie żyła w miastach przy jednoczesnym zmniejszaniu się ilość ziemi ornej jaka przypada na mieszkańca z 0,45 ha w 1966 roku do 0,25 ha w 1998 i przewidywanego 0,15 ha w 2050 roku (Matson, Kon, 2006).



Źródło: Opracowanie na podstawie danych publikowanych w Analizach Rynkowych IERiGŻ. (doc. dr hab. Jadwiga Seremak-Bulge, dr inż. Ewa Rosiak, prof. dr hab. Roman Urban IERiGŻ-PIB, Warszawa); According to the published in „Analizy Rynkowe IERiGŻ

**Rys. 1. Produkcja i zużycie zbóż w Polsce**  
**Fig. 1. Production and consumption of cereal grains in Poland**

Nadzieja na odpowiedni do wzrostu populacji wzrost produkcji żywności tkwi we wzroście wydajności z jednostki powierzchni (Prakash, 2001), osiągnąć dzięki lepszemu wykorzystaniu potencjału biologicznego, a więc postępów w hodowli wydajnych odmian roślin uprawnych. Osiągnięcia i perspektywy inżynierii genetycznej otwierają takie możliwości. A są one duże; szacuje się, że różnica między tzw. plonem potencjalnym obecnych odmian roślin uprawnych tzn. uzyskiwanym w optymalnych warunkach środowiska a plonem realnym obniżanym przez choroby, szkodniki, niekorzystne warunki klimatyczne (susza, mróz) sięga 70% (tab. 1). Nowe metody hodowli roślin, wykorzystujące osiągnięcia biologii molekularnej, mogą umożliwić uzyskanie odmian znacząco odporniejszych na te stropy (Trewavas, 2001).

Tabela 1

**Wpływ stresów abiotycznych na plony**  
**The effect of biotic and abiotic stresses on yield**

Roślina Crop	Plon (q/ha) Yield		Średnie straty (q/ha) Average yield losses		Średnie straty w % plonu rekordowego Average yield losses in per cent of record yield
	rekordowy record	średni average	stropy biotyczne biotic stresses	stropy abiotyczne abiotic stresses	
Kukurydza Maize	193,0	46,0	19,5	12,7	65,8
Pszenica Wheat	148,0	18,8	7,26	11,9	82,1
Owies Oats	106,0	17,2	9,24	7,96	75,1
Jęczmień Barley	114,0	20,5	7,65	8,59	75,4
Ziemniaki Potato	941,0	283,0	177,75	509,0	54,1
Buraki cukrowe Sugar beets	1210,0	426,0	174,0	613	50,7

Za: Acevedo E., E. Fereras. 1993

## 2. SKUTKI EKONOMICZNE I SPOŁECZNE ROZWOJU INTENSYWNEGO ROLNICTWA

Procesy intensyfikacji produkcji w rolnictwie nabrały tempa po I. Wojnie Światowej w USA, a w Europie po II. Wojnie Światowej i trwają do dziś. Nowe technologie wprowadzone do rolnictwa doprowadziły do gruntownych zmian w organizacji, sposobie produkcji i strukturze agrarnej wsi. Najważniejsze zmiany dotyczą zatrudnienia, cen produktów rolnych i struktury zbytu.

### — Zatrudnienie

Zmiany ilustrują dane dla 15 krajów (starej) UE: 100 lat temu w tych krajach ponad 50% ludności zawodowo czynnej było zatrudnione w rolnictwie, obecnie jest to poniżej 7%, z czego tylko 25% czerpie dochody wyłącznie z działalności rolniczej. Przy czym, należy pamiętać, że są to wartości średnie, procesy te przebiegały i przebiegają w różnym tempie w różnych krajach w zależności od wielu uwarunkowań historycznych przyrodniczych i ekonomicznych, np. w Wielkiej Brytanii wskaźnik ten wynosi poniżej, 1%, a w Grecji około 20%.

— Ceny płacone producentom rolnym ciągle spadają: w ciągu 10-lecia 1990–2000 w krajach Unii Europejskiej średnio spadły o 30% (3% rocznie). Spadki te są różne w zależności od produktu i wyniosły około 50% w przypadku żywca wieprzowego, a w przypadku drobiu tylko 15%. Równocześnie maleje udział ceny producenta w ogólnym koszcie w sprzedaży detalicznej, np. w Niemczech w 1975 roku 60% ceny detalicznej mleka trafiało do producenta, a 20 lat później w 1995 roku już tylko 46%; w przypadku mięsa wskaźnik ten spadł odpowiednio z 51% do 30%. W USA, zaledwie 10 centów z każdego dolara wydanego na żywność trafia do farmera.

— Koncentracja przetwórstwa i sieci dystrybucji detalicznej

Sieci super i hipermarketów w coraz większym stopniu dominują w handlu detalicznym produktów rolnych i tym samym w znacznym stopniu wpływają na ceny i wymagania jakościowe surowców produkowanych w rolnictwie. Proces ten przebiega jednak bardzo różnie w poszczególnych krajach UE, i tak w Skandynawii ponad 90% handlu detalicznego żywnością znajduje się we władaniu 5. sieci supermarketów, podczas gdy w Grecji jest to zaledwie 17% (Anonim 1, 2000).

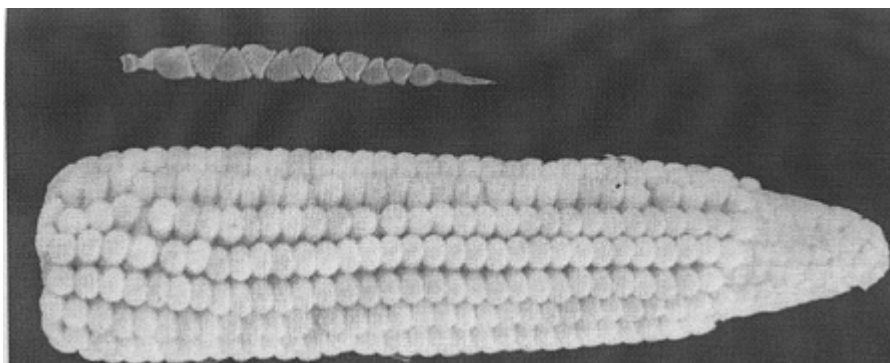
Powyższe uwarunkowania stanowią presję ekonomiczną w kierunku redukcji kosztów produkcji i zwiększania wielkości gospodarstw i w konsekwencji prowadzi to do maksymalnego uproszczenia w systemach produkcji, często, niestety, kosztem dobrych praktyk rolniczych, wynikających z przyrodniczych warunków gospodarowania (płodozmian, nawożenia organiczne itp.). Taka sytuacja spowodowała interwencję państw UE w formie subwencji do produkcji, co z kolei jest przedmiotem sporów w ramach GATT i WTO. W krajach UE odpowiedzią na wyzwania rynku w rolnictwie jest Wspólna Polityka Rolna (Common Agricultural Policy = CAP)

### 3. HODOWLA ROŚLIN WOBEC WYZWAŃ EKONOMICZNYCH I TECHNOLOGICZNYCH XXI WIEKU

*„Hodowla roślin jest nauką, rzemiosłem i działalnością gospodarczą, której celem jest przekształcanie roślin w kierunku zaspakajającym potrzeby człowieka” (Crosbie, 2006).* Powyższa definicja hodowli roślin zwięźle określa skomplikowany charakter tej działalności. Od zarania rolnictwa aż po czasy nowożytne hodowla roślin była integralną częścią systemu uprawy i polegała na wyborze do wysiewu najdorodniejszych nasion z poprzedniego zbioru, pochodzących z roślin o pożądanym cechach. Zatem hodowla oparta była na selekcji fenotypów wybranych na podstawie oceny wizualnej. W ciągu tysięcy lat, bez znajomości zasad dziedziczenia, posługując się wyłącznie bystrym okiem rolnika wyselekcjonowane zostały główne gatunki uprawne, które stanowią podstawę żywienia ludzi i zwierząt po dziś dzień. Przy czym różnice w systemach uprawy między rolnictwem Starego i Nowego Świata znalazły wyrazne odzwierciedlenie w typie i stopniu zmodyfikowania wytworzonych roślin uprawnych. W rolnictwie Starego Świata dominowała masowa selekcja fenotypów; siew i zbiór przeprowadzano na większych czy mniejszych poletkach traktując uprawiane rośliny jako jednorodny zbiór osobników z których po omłotach wybierano do siewu najdorodniejsze nasiona. W rezultacie formy uprawne, jakkolwiek zmodyfikowane w stosunku do formy dzikiej, zachowały jednak w

ogólnym kształcie pokrój form wyjściowych np. dzikie i prymitywne formy zbóż są na tyle podobne do obecnie uprawianych odmian, że bez trudu można dostrzec ich podobieństwa.

Natomiast, rolnictwo Nowego Świata pozbawione siły pociągowej udomowionych zwierząt, stosowało „ogrodniczy” typ uprawy; rośliny traktowano indywidualnie, plon zbierano przez cały okres wegetacji w miarę dojrzewania. Umożliwiało to selekcję potomstwa indywidualnych roślin i w rezultacie prowadziło do wykształcenia się form uprawnych tak silnie zmodyfikowanych, że znalezienie podobieństwa między nimi i formami wyjściowymi jest bardzo trudne (np. współczesna kukurydza i *teosinte*), (rys. 2).



Fot. E. Nowacki; Photo made by E. Nowacki

**Rys. 2. Porównanie kolb współczesnej kukurydzy i jej dzikiego przodka *teosinte***  
**Fig. 2. The cob of modern maize and its ancestor species *teosinte***

Nowoczesna hodowla roślin jest w porównaniu z poprzednim etapem, działalnością nową, umownie datuje się jej narodziny równoległe z odkryciem przez Mendla praw dziedziczenia, czyli na drugą połowę XIX wieku. Wówczas to w Europie (we Francji w Villmorin i Szwecji w Svalof) powstały specjalne instytucje zajmujące się hodowlą nowych odmian roślin w oparciu o wielowiekowe doświadczenie i wiedzę generowaną przez dynamicznie rozwijające się nauki przyrodnicze. W tym okresie historii hodowli roślin, zarówno badania naukowe, jak i praktyczna hodowla roślin rolniczych była finansowana głównie z funduszy publicznych. Symboliczną kulminacją tych procesów było wprowadzenie do produkcji serii uniwersalnych odmian zbóż, o radykalnie zwiększonym potencjale plonowania w warunkach intensywnej uprawy zwane potocznie „zieloną rewolucją”.

W połowie lat 80. ubiegłego wieku wkroczyliśmy w nową erę rozwoju hodowli roślin, w której dzięki zastosowaniu metod biologii molekularnej, stała się możliwa selekcja na poziomie DNA, czyli selekcja genów w odróżnieniu od dotychczasowej selekcji fenotypów.

Omówione w poprzednim podrozdziale procesy globalizacji w gospodarce oraz włączenie metod biotechnologicznych do hodowli roślin prowadzą do dużych zmian w organizacji i funkcjonowaniu tego sektora, których najważniejsze elementy zostaną poniżej przedstawione.

**a. Radykalna zmiana sposobu finansowania**

Sukcesy "zielonej rewolucji" i powstające okresowo i regionalnie nadwyżki w produkcji żywności spowodowały ograniczenia w finansowaniu badań rolniczych, w tym i badań na hodowlę, z funduszy publicznych, szczególnie w krajach rozwiniętych i uprzemysłowionych, gdzie nadprodukcja w rolnictwie stała się dokuczliwym problemem dla polityków. Połowa lat 90. stała się cezurą, wtedy nakłady z funduszy prywatnych na badania rolnicze, w tym badania w zakresie hodowli roślin przekroczyły analogiczne nakłady z funduszy publicznych. Ta zmiana sposobu finansowania wiąże się z pojawieniem się metod biotechnologicznych w hodowli roślin, głównie w krajach uprzemysłowionych. W USA w latach 1960–1996 wydatki na hodowlę roślin z funduszy publicznych oscylują wokół tej samej kwoty 200–250 mln dolarów, podczas gdy w tym samym okresie nakłady na badania z funduszy prywatnych rosły od 30 mln w 1960 roku do 550 mln w 1996 roku, i były ponad dwukrotnie wyższe niż nakłady z funduszy publicznych (tab. 2). Natomiast w krajach rozwijających się sytuacja jest odmienna, podobnie jak w krajach rozwiniętych na początku XX wieku: wydatki na badania naukowe w zakresie rolnictwa są prawie o połowę niższe niż w krajach uprzemysłowionych i w ponad 90% pochodzą z funduszy publicznych (tab. 3).

Tabela 2

**Struktura nakładów na badania rolnicze w tym R&D hodowli roślin w USA**  
**Financing of agricultural research and plant breeding research in the USA**

Rok Year	Źródła finansowania — Origin of resources			
	publiczne — public		prywatne — private	
	badania rolnicze agric. res. mld USD	hodowla roślin plant breeding mln USD	badania rolnicze agric. res. mld USD	hodowla roślin plant breeding mln USD
1960		240		30
1970		250	2,0	100
1980	2,5	200		250
1990	2,5	200		400
1996	2,5	250	4,2	550

Źródło; Source: Morris M. i in. 2006

Tabela 3

**Globalne wydatki na badania rolnicze w połowie lat 90. ubiegłego wieku**  
**Global public and private agricultural R&D spending in the middle nineties of XX century**

	Wydatki — spendings			Udział (%) % — of total		
	publiczne public	prywatne private	ogółem total	publiczne public	prywatne private	ogółem total
Kraje rozwijające się Developing countries	11,469	672	12,141	94,5	5,5	100,0
Kraje uprzemysłowione Industrialized countries	10,215	10,829	21,044	48,5	51,5	100,0
Razem Total	21,692	11,511	33,204	65,3	34,7	100,0

W jednostkach międzynarodowych — milionach dolarów z 1993 r.; in millions of US dollars

Źródło; Source: P.G. Pardey, N. M. Beintema, 2001. Slow Magic: Agricultural R&D a Century after Mendel. International Ford Policy Research Institute, Washington D.C.

Zmianom w formie finansowania badań i hodowli towarzyszą duże zmiany w strukturze firm hodowlanych w kierunku konsolidacji i koncentracji. Szczególnie wyraźnie tendencja ta przejawia się w gatunkach w których uzyskano odmiany transgeniczne w wyniku zastosowania metod biotechnologicznych. Cztery firmy hodowlane z silnym sektorem biotechnologicznym powiązane z innymi dziedzinami przemysłu, głównie farmaceutycznym i chemicznym w zaledwie kilku latach zdominowały rynek nasion kukurydzy i soi. Dane w tabeli 4 są sprzed 10. lat, należy przypuszczać, że obecnie koncentracja jest jeszcze większa.

Tabela 4

**Udział w rynku nasiennym soi i kukurydzy czterech największych firm hodowlanych w USA**  
**The participation of four big seed companies in seed market of maize and soybean in the USA**

Gatunek uprawny / Firma Crop / Company	Procentowy udział w rynku Share in the seed market in per cent
Kukurydza — Maize:	69
Pionier Hi-Bred	42
Monsanto	14
Novartis	9
Dow/Mycogen	4
Soja, Soybean	47
Pioneer Hi-Bred	19
Monsanto	19
Novartis	5
Dow/Mycogen	4

Źródło; Source: C. E. Pray, A. Naseem, 2003

### **b. Wpływ agrobiotechnologii**

Agrobiotechnologia otwiera przed hodowcami nowe możliwości tworzenie odmian roślin o właściwościach dotąd nieosiągalnych. Budzi to tyleż nadziei, co i obaw związanych z tak głęboką ingerencją w żywy organizm. Preferowane kierunki działań w tym zakresie to:

- opracowanie nowych metod i technologii w zakresie jakości produkcji roślinnej i kosztów jej wytwarzania,
- zmniejszenie wpływu czynników środowiskowych na rolnictwo,
- produkcja rolnictwa na potrzeby energetyki, przemysłu i medycyny.

Wysokie koszty nowych technik oraz dramatycznie duże koszty związane z restrykcyjnymi regulacjami prawnymi, dopuszczającymi do uprawy odmiany transgeniczne, były i są powodem koncentracji nowoczesnych metod hodowli w wielkich międzynarodowych koncernach, będących jednocześnie wielkimi organizacjami gospodarczymi w innych dziedzinach. Jednak wraz z rozwojem metod molekularnych ich koszty maleją; ilustrują to koszty sekwencjonowania lub syntezy nukleotydu, które zmalały z kilkudziesięciu dolarów w 1990 do kilku w 2003 roku w przypadku sekwencjonowania i z 1 dolara do 11 centów w przypadku syntezy. Daje to nadzieję na dostępność tych metod dla średnich i małych firm hodowlanych. Mimo dużych możliwości lepszego wykorzystania potencjału biologicznego roślin w produkcji żywności i surowców agrobiotechnologia, a szczególnie tworzenie odmian transgenicznych, budzi duże opory społeczne, szczególnie w Europie.



Wydaje się, że przyszłość tej technologii nie jest jeszcze rozstrzygnięta i możliwe są przynajmniej trzy scenariusze:

- 1. dynamiczny rozwój, podobny do rozwoju informatyki w XX wieku, wzrost produkcji żywności, zwiększenie możliwości wyboru metod produkcji,
- 2. kontynuacja *status quo* dynamiczny rozwój agrobiotechnologii w jednych krajach i zakaz stosowania tej technologii w innych,
- 3. marginalizacja znaczenia zielonej biotechnologii (Anonim 2, 2006; Preparing for the Future).

Dyskusja na temat biotechnologii w rolnictwie jest dlatego tak skomplikowana, że jest częścią znacznie szerszej kontrowersji światopoglądowej naszych czasów, której główne elementy to:

- w dotychczasowej tradycji zachodniej cywilizacji — naturalne środowisko jest niedoskonałe i człowiek dzięki swej inwencji pokonuje bariery klimatu i konkurujących organizmów budując cywilizację ułatwiającą mu życie i osiąganie innych celów w tym również ochronę przyrody,
- filozofia postindustrialna traktuje naturę jako doskonały organizm, idealnie przystosowany do osiągania swych celów. Człowiek winien minimalizować swoje oddziaływanie na ten organizm,
- biotechnologia jest emanacją tego pierwszego podejścia do przyrody, natomiast przeciwnicy tej technologii są w większości zwolennikami tego drugiego podejścia.

### **c. Kształtowanie się systemów ochrony własności intelektualnej w sektorze hodowli roślin**

W procesie tym można wyróżnić dwa etapy:

I. Do lat 30. XX wieku:

- finansowanie placówek badań i rozwoju z funduszy publicznych,
- swobodny dostęp do wyników badań i zasobów genowych,
- hodowle prywatne finansowane z dochodów firm nasiennych.

II. Od wprowadzenia odmian mieszańcowych kukurydzy do naszych czasów:

- rosnący udział prywatnego kapitału w finansowaniu badań i rozwoju w zakresie hodowli roślin,
- wprowadzanie formalnych systemów prawnej ochrony własności intelektualnej.

Zmiany w systemach ochrony własności intelektualnej w sektorze hodowlanym są ściśle zależne od udziału kapitału prywatnego w finansowaniu badań i hodowli, jego przewaga w nowoczesnych firmach powoduje, że tworzenie szczelnego systemu egzekwowania IPR = Intellectual Property Rights (Prawo Własności Intelektualnej) staje się najistotniejszym warunkiem opłacalności inwestowania w tę działalność (Delmer i in., 2003). Z tego punktu widzenia wprowadzenie odmian mieszańcowych kukurydzy w latach 30. XX wieku było w istocie zastosowaniem w praktyce biologicznego systemu ochrony własności intelektualnej hodowcy. Metody molekularne w hodowli pozwalają na wprowadzenie innego systemu tego typu tzw. technologii terminatora, która polega na wprowadzeniu do odmiany genów, powodujących sterylność uzyskiwanych w plonie nasion przy zachowaniu niezmiennych parametrów żywieniowych i technologicznych, co zmusza producenta do corocznego zakupu oryginalnych nasion od hodowcy (Anonim

3, 2006). Technika ta, jakkolwiek możliwa do zastosowania, nie jest dotąd wdrożona ze względu na bardzo negatywny odbiór społeczny. Nowe regulacje w zakresie IPR tworzą nową, w stosunku do uregulowań UPOW sytuację, bezpośrednio oddziałującą na hodowlę. Najważniejsze problemy wynikające z prywatyzacji nie tylko hodowli, ale i badań ją wspierających to:

- niedostępność materiałów wyjściowych ze względu na wysokie koszty,
- rozczłonkowanie jednej technologii na szereg etapów oddzielnie patentowanych („golden rice” — 40 patentów). Dla wykorzystania ważny jest nie tyle pojedynczy patent co ich zbiór obejmujący całą technologię, (tzw. FTO = freedom to operate),
- skomplikowana sytuacja prawna,
- powszechne przekonanie, że ochrona patentowa nie obejmuje korzystania w badaniach podstawowych (tzw. experimental use) zostało obalone w rozstrzygnięciu sądu w sprawie *Madey v Duke*.
- patentowanie i ochrona własności intelektualnej ma wpływ na dostęp do zasobów genowych:
  - a, zasoby genowe traktowane jako bogactwo narodowe w centrach pochodzenia i centrach zmienności,
  - b, patentowanie genów i procedur ich wykorzystanie w tworzeniu materiałów wyjściowych.

#### **d. Kształcenie kadr dla hodowli roślin**

Pozostaje ważnym zadaniem instytucji publicznych, głównie uniwersytetów. Dane za ubiegłe trzydziestolecie w USA wskazują na tendencję spadkową w ilości absolwentów kończących uczelnie z dyplomem z zakresu hodowli roślin. Między rokiem 1994 a 2001 istotnie zmalała liczba hodowców zatrudnionych w instytucjach publicznych i to we wszystkich specjalnościach takich jak: podstawy hodowli, prace nad zasobami genowymi i hodowlą nowych odmian. W sektorze prywatnym obserwowano podobną tendencję, za wyjątkiem podstaw hodowli. Istotną różnicą między tymi instytucjami był fakt ponad dwukrotnie większego zatrudnienia w zakresie biotechnologii w sektorze prywatnym w porównaniu z publicznym (Coors, 2006). Liczebność hodowców zajmujących się poszczególnymi gatunkami podlegała podobnym wahaniom w obu sektorach: malała liczba hodowców zajmujących się owocami, warzywami i roślinami ozdobnymi, oleistymi i cukrowymi.

#### **PODSUMOWANIE**

Przedstawione wyżej procesy w sektorze hodowli i nasiennictwa powodowane globalizacyjnymi tendencjami w gospodarce i dominującym udziałem kapitału prywatnego w badaniach i hodowli skłoniły decydentów po obu stronach Atlantyku do korekty dotychczasowej polityki w zakresie finansowania badań rolniczych. W USA określono następujące priorytety badawcze w zakresie hodowli roślin dla instytucji publicznych:

1. badania podstawowe w zakresie produktywności roślin uprawnych,
2. kształcenie kadr dla hodowli roślin,
3. gromadzenie i utrzymywanie zasobów genowych roślin uprawnych,

4. prace badawcze w zakresie: bioróżnorodności, bezpieczeństwa biologicznego, zrównoważonych systemów produkcji i systemów marketingowych,
5. hodowla nowych odmian gatunków ważnych dla zrównoważonych systemów produkcji rolniczej a jednocześnie mało atrakcyjnych dla inwestorów prywatnych (Anonim 2, 2006).

Również UE określiła wyzwania jakie rozwój rynku stawia przed sektorem nasiennym, sprostanie którym wymaga finansowania ze środków publicznych.

Powyższe działania sugerują, że gwałtowne wycofywanie się państwa z finansowania badań na rzecz hodowli, jakie miało miejsce w ostatnich dekadach XX w., to przeszłość i rola funduszy publicznych będzie ponownie istotna w przyszłości dla hodowli roślin i rolnictwa. Kryzys na rynku artykułów rolnych w 2007 roku, którego objawem był gwałtowny wzrost cen pszenicy, spowodowany przeznaczeniem znacznych ilości ziarna kukurydzy na produkcję biopaliwa w USA wykazał, jak wąski jest przedział między nadprodukcją a niedoborem zbóż na rynku światowym. Ostatni kryzys wskazuje na konieczność dalszego zwiększania produktywności rolnictwa.

#### LITERATURA

- Acevedo E., Fereras E. 1993. Resistance to abiotic stresses. In: Plant breeding: principles and prospects. Hayward M. D., Bosemark N. O., Romagosa I. (Eds), Chapman & Hall: 406 — 421.
- Anonim.1. 2000. Agriculture toward 2015/30: FAO Raport.
- Anonim 2. 2006. Preparing for the future USDA. Advisory Committee on Biotechnology and 21<sup>st</sup> Century Agriculture Report, Washington.
- Anonim 3. 2006. Gene switching and GURTs: what, how and why? <http://www.isaaa.org/kc/Publications/htm/pocketks/pocketk21.htm>.
- Anonim 4. 2005. Situation Outlook Cereal, Oilseeds and Protein Crops. CAP 2000 Working Document. European Commission, Directorate General for Agriculture (DGVI).
- Borlaug Norman E. 2000. Ending world hunger: the promise of biotechnology and thread of antiscience zealotry. *Plant Physiol.* 124: 487 — 490.
- Conway G., Toenniessen G. 1999. Feeding the world in the twenty-first century. *Nature* 402: 2 December.
- Coors J. G. 2006. Who are plant breeders. What do they do and why? Lamkey K. R., Lee M. (Eds), *Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium*. Blackwell Publishing.
- Crosbie T. M. 2006. Plant breeding: past, present and future. K. R. Lamkey M. Lee (Eds), *Plant Breeding: The Arnel R. Hallauer International Symposium* Blackwell Publishing.
- Delmer D. P., Nottenburg C., Graff G. D., Bennett A. B. 2003. Intellectual property resources for international development in agriculture. *Plant Physiology* 133: 1666 — 1670.
- Mattson J. W, Koo W.W. 2006. Forces Reshaping World Agriculture. North Dakota State Univ. Fargo: 1 — 34.
- Morris M., Edmeades G., Pehu E. 2006. The Global Need for Plant Breeding Capacity: What roles for public and private sectors? *HortScience* 41: 30 — 39.
- Pinstrup-Andersen Per, Rajul Pandya-Lorch, Mark Rosegrant W. 1999. World food prospects: critical issues for the early twenty-first century. International Food Policy Research Institute, Washington D. C., October 1999.
- Prakash Ch. S. 2001. The genetically modified crop debate in the context of agricultural evolution. *Plant Physiol.* 126: 8 — 15.
- Pray C. E. Anwar Naseem. 2003. The Economics of Agricultural Biotechnology Research. ESA Working Paper No.03-07.
- Trewavas Anthony J. 2001. The population/biodiversity paradox. Agricultural efficiency to save wilderness. *Plant Physiol.* 125: 174 — 179.