

Stanowisko Komitetu Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk

Nowe technologie szansą polskiej gospodarki: GMO dla przemysłu i rolnictwa

Rozwój gospodarczy kraju w coraz większym stopniu zależy od umiejętności wykorzystania innowacyjnych technologii i odnawialnych zasobów biologicznych. Przed Polską, tak jak przed innymi krajami, stoi konieczność rozwiązania podstawowych problemów, między innymi związanych z bezpieczeństwem energetycznym kraju i zapewnieniem konkurencyjności przemysłu i rolnictwa. Przy rozwiązywaniu tych problemów rola nauki jest zasadnicza. Wystarczy wymienić zagadnienia takie, jak: energetyka jądrowa, gaz łupkowy, biopaliwa, nowe materiały (grafen), wysoko wydajne odmiany roślin i zwierząt hodowlanych, nowe farmaceutyki i metody diagnostyczne, by uświadomić sobie, jak ważne jest wykorzystanie polskiego potencjału naukowego w pracach na rzecz gospodarki. Komitet Biotechnologii PAN stanowczo popiera wykorzystanie w gospodarce organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO).

W połowie lat 70. XX wieku stworzono podwaliny nowej dyscypliny naukowej – inżynierii genetycznej. Na przełomie XX i XXI wieku techniki inżynierii genetycznej niesłychanie się rozwinęły i posłużyły do konstruowania organizmów (GMO), które znajdują rozliczne zastosowania, przede wszystkim w medycynie, przemyśle farmaceutycznym, rolnictwie i ochronie środowiska. Na nich opiera się produkcja licznych szczepionek (np. przeciwko żółtacze), biofarmaceutyków, jak insuliny, erytropoetyny, interferonu, hormonu wzrostu, innych hormonów, czynników diagnostycznych, jak przeciwciała monoklonalne. Techniki inżynierii genetycznej posłużyły do konstruowania wydajnych odmian roślin, takich jak soja i kukurydza GM, wykorzystywanych głównie do produkcji tańszych pasz. Rośliny GM stanowią także surowiec dla przemysłu tekstylnego (bawełna Bt) i energetycznego (bioetanol, biomasa). Za pomocą nowych biotechnologii uzyskuje się enzymy i półprodukty dla przemysłu papierniczego i tekstylnego, a także dodatki do żywności (aminokwasy, witaminy). Do jednych z najważniejszych zastosowań inżynierii genetycznej należy opracowanie dla medycyny metod diagnostycznych opartych na analizach sekwencji DNA. Oczekuje się, że w najbliższym dziesięcioleciu powstaną skuteczne szczepionki przeciwnowotworowe, a być może i terapie genowe.

Opracowanie tekstu stanowiska Komitetu Biotechnologii PAN oraz tekstu uzasadnienia:
prof. dr hab. Piotr Węgleński, członek korespondent PAN; prof. dr hab. Tomasz Twardowski

W Polsce techniki inżynierii genetycznej są wykorzystywane w pracach wielu ośrodków naukowych. Znalazły też zastosowanie do produkcji niektórych leków; z genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów wytwarzana jest ludzka insulina. Bardzo zaawansowane są prace badawcze nad otrzymaniem innych farmaceutyków i szczepionek. Polskie uczelnie od lat kształcą specjalistów w tym zakresie. Jesteśmy natomiast, w stosunku do innych krajów, ogromnie zacofani w wykorzystywaniu omawianych technologii w rolnictwie i bioenergetyce. Ważnym powodem tego jest brak zapisów prawnych, które regulowałyby prace nad GMO i zachęcały do wdrażania nowoczesnych technologii w rolnictwie.

Prace nad ustawą o GMO i zasadami prowadzenia prac w dziedzinie inżynierii genetycznej doprowadziły do powstania projektów ustaw omawianych na forum Komisji Sejmowych. Niestety, powstają one z inicjatywy Ministerstwa Środowiska i pod silnym naciskiem organizacji pozarządowych sprzeciwiających się wykorzystywaniu GMO. Co najbardziej niepokoi, przedstawiciele rządu RP i wielu parlamentarzystów podpisuje się pod hasłem „Polska wolna od GMO”. Wynika to z szeroko zakrojonych akcji propagandowych, które przedstawiają żywność i pasze otrzymywane z genetycznie zmodyfikowanych roślin jako zagrożenie dla zdrowia człowieka, a same GMO, jako poważne zagrożenie dla środowiska.

Genetycznie zmodyfikowaną żywność od 20 lat spożywają miliony ludzi, przede wszystkim w krajach Ameryki Północnej i Południowej. Paszami z roślin GM karmione są miliardy sztuk bydła i drobiu. Z leków, szczepionek i diagnostyków pozyskiwanych z genetycznie modyfikowanych mikroorganizmów korzystają miliony ludzi na całym świecie, również i w Polsce. Nigdy i nigdzie nie doprowadziło to do jakiegokolwiek przypadku zagrożenia ludzkiego zdrowia czy też zdrowia zwierząt. Wszelkie, bardzo rygorystyczne badania, oceniane przez takie organizacje jak FDA czy EFSA, odpowiedzialne za bezpieczeństwo żywności i leków, wykazały, że produkty otrzymywane z GMO są bezpieczne.

Żywność i inne produkty otrzymywane z GMO zostały w pełni zaakceptowane w USA, Kanadzie, Brazylii i innych krajach. W Europie panuje wobec nich stosunek niechętny lub wrogi. Wynika to przede wszystkim z tego, że Europa jest pod względem wykorzystywania nowych technologii w rolnictwie zapóźniona w stosunku do Stanów Zjednoczonych i pragnie zastopować napływ tańszej żywności i pasz z tego kraju. Niechęć do GMO powoduje, że regulacje dotyczące GMO są w Unii Europejskiej znacznie bardziej restrykcyjne niż w krajach Ameryki Północnej, Południowej i Azji. Niestety, kształt projektów ustaw o GMO opracowanych w Polsce świadczy o tym, że proponowane przepisy będą jeszcze bardziej restrykcyjne niż wymagania prawa UE.

Komitet Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk zwraca się do rządu RP z apelem, by w prace nad legislacją związaną z GMO włączeni zostali przedstawiciele polskiej nau-

ki, specjaliści w zakresie nowoczesnych biotechnologii. Dla gospodarki Polski (i całej Unii) byłoby niezwykle korzystne, by udało się wykorzystać doświadczenia amerykańskie i odpowiedzialnymi za legislację, a później kontrolę przestrzegania prawa, uczynić resorty zdrowia, nauki, rolnictwa i środowiska z resortem nauki lub zdrowia jako koordynatorem. Obserwując poważną i stale rosnącą rolę Polski w Unii, uważamy, że Polska mogłaby, i powinna, stać się rzecznikiem wprowadzania nowoczesnych technologii w rolnictwie i innych dziedzinach gospodarki. Wiemy, że znaleźlibyśmy licznych sojuszników w gremiach naukowych i gospodarczych wielu krajów UE. Bardzo mocno sugerujemy też, by do prac nad ustawami o GMO włączyć poważne polskie organizacje rolnicze, mocno zainteresowane unowocześnianiem polskiego rolnictwa. Jest bowiem niezwykle ważne, by wprowadzanie nowych technologii nie odbywało się kosztem środowiska naturalnego, a także, by rolnicy pragnący uprawiać tradycyjne odmiany roślin nie musieli się obawiać, że zostaną one wyparte przez GMO.

Jednocześnie Komitet Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk deklaruje, że z wielką uwagą rozpatrywać będzie wszelkie postulaty płynące ze strony naukowców i organizacji zajmujących się ochroną środowiska.

Uzasadnienie
stanowiska Komitetu Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk

**Nowe technologie szansą polskiej gospodarki:
GMO dla przemysłu i rolnictwa**

Biogospodarka

Biogospodarka jest definiowana jako przekształcenie wiedzy wynikającej z nauk przyrodniczych w nowe produkty przyjazne dla środowiska, czyli gospodarki opartej na wiedzy i odnawialnych zasobach [ang. *Knowledge Based Bio-Economy, KBBE*]. W zakresie nowoczesnej biotechnologii ogromne znaczenie mają genetycznie zmodyfikowane organizmy (GMO), otrzymywane za pomocą technik inżynierii genetycznej (w sposób reproduktywny), umożliwiających przeniesienie informacji genetycznej między różnymi organizmami (także odrębnych gatunków).

Znaczenie gospodarki opartej na wiedzy i innowacjach podkreślone zostało już w 2010 r. w Strategii Lizbońskiej, która wskazała nadrzędny cel UE, jako: „przekształcenie UE w najbardziej konkurencyjną i dynamiczną, opartą na wiedzy gospodarkę na świecie, zdolną do zapewnienia trwałego wzrostu gospodarczego, stworzenia liczniejszych i lepszych miejsc pracy oraz zagwarantowania większej spójności społecznej” [1, 2]. Koncepcję tę podtrzymano i rozwinięto w Strategii „Europa 2020”. Potrzeba stworzenia warunków umożliwiających przekształcenie nowych pomysłów w innowacyjne produkty, które z kolei przyczynią się do wzrostu gospodarczego i tworzenia nowych miejsc pracy, nabrała większego znaczenia w kontekście wychodzenia z kryzysu gospodarczego [3].

Zgodnie z raportem „Polska 2050” [4] Polska ma realną szansę na „zmniejszenie dystansu cywilizacyjnego w stosunku do rozwiniętych państw Unii Europejskiej (...) jeżeli (...) klasa polityczna będzie zdolna do zmiany paradygmatów stosownie do wymagań przyszłości...” ([4], s. 86, 87).

Biotechnologia oferuje rozwiązania dla wielu wyzwań współczesnego świata w postaci m.in. biofarmaceutyków, biomateriałów, bioenergii, biopaliw oraz zrównoważonej produkcji żywności i pasz, dlatego określana jest jako „główny filar” innowacyjnej biogospodarki [5-7]. Powszechne uznanie konieczności wykorzystania wiedzy oraz innowacyjnych produktów i procesów w gospodarce nie przekłada się na konkretne działania gwarantujące realizację koncepcji biogospodarki w Polsce. Obserwujemy zarówno bardzo niski stopień finansowania badań naukowych przez państwo i przez przemysł, jak i komercjalizacji efektów prac B+R [8], co bezpośrednio rzutuje na zapóźnienie Polski w stosunku do większości krajów UE. Ponadto ma miejsce niewystarczająca współpraca między środowiskiem naukowym a biznesem. Dodatkowym utrudnieniem

jest także brak rozwiązań legislacyjnych, zgodnych z legislacją UE i promujących rozwój innowacyjnych technologii, a także opór społeczny wobec niektórych sektorów biotechnologii.

Kompleks tych zagadnień ma zasadnicze znaczenie dla decydentów politycznych i gospodarczych, świata nauki oraz całego społeczeństwa zainteresowanego jakością życia [9, 10].

Ile będzie kosztować rezygnacja z GMO?

Ile będzie kosztować rezygnacja z GMO (genetycznie zmodyfikowanych organizmów) i czy jest to możliwe? Na to proste pytanie nie ma prostej odpowiedzi. Można stwierdzić jednoznacznie, że bez nowoczesnej biotechnologii nie jest możliwa produkcja biofarmaceutyków i realizacja procedur diagnostycznych. Szczęśliwie społeczeństwo generalnie akceptuje tę biotechnologię. W przypadku rolnictwa i uzależnionych od niego działów gospodarki odpowiedź jest znacznie trudniejsza. Specjaliści są zgodni co do tego, że w przyszłości nie obejdziemy się bez bioenergii i biomateriałów, a rezygnacja z agrobiotechnologii doprowadziłaby do znacznego wzrostu cen żywności. W krajach niewykorzystujących biotechnologii w rolnictwie nastąpiłoby gwałtowne obniżenie jakości życia w stosunku do krajów, które umiejętnie ją wykorzystują.

Pierwsza i pozornie najprostsza sfera to **gospodarka**. Biotechnologie – podobnie jak technologie informacyjne – należy zaliczyć do tzw. metatechnologii. **Gospodarka** to zarówno **biopaliwa** i nowe **materiały**, jak i rynek pracy dla wykształconych **kadr** (ponad 1000 magistrów biotechnologii rocznie opuszcza mury naszych uczelni); obniżenie **jakości** naszego życia – to nie tylko wzrost cen **żywności**, ale także dostępność nowej generacji **leków**, preparatów diagnostycznych czy też kosmetyków; **równość** szans oznacza konkurencyjność w odniesieniu do standardu i możliwości zarówno w innych krajach Zjednoczonej Europy, jak i Indii, Chin czy też RPA.

Rozważając kompleksowość zagadnień konieczne jest zwrócenie uwagi na niezbędność uwzględnienia w rozważaniach stanowiska ekonomistów, socjologów raz polityków i administracji państwowej. Szczególnie istotnym przypadkiem jest dalszy rozwój polskiego rolnictwa, gdzie konieczne jest uwzględnienie takich czynników jak rozdrobnienie pól uprawnych i rola społeczna gospodarstw drobnotowarowych oraz produkcja ekologiczna w zestawieniu ze znaczeniem produkcji rolnej wielkotowarowej.

GMO w polskim rolnictwie

W 2010 r. areał upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych na całym świecie sięgnął 150 mln ha i blisko 15 mln rolników w 29 krajach zdecydowało się na ten rodzaj uprawy. Brak jest danych za 2011 r., ale oczekiwany jest dalszy wzrost areału upraw GM, zwłaszcza w tzw. krajach Trzeciego Świata; podobne są zapowiedzi na 2012 r.

W krajach europejskich rolnicy uprawiają jedynie kukurydzę Bt (odporną na owadziego szkodnika – omacnicę prosowiankę) oraz ziemniak Amflora, na łącznym obszarze poniżej ok. 100 000 ha. W 8 krajach UE wprowadzono moratorium na uprawy GM (często błędnie określane terminem „zakaz”), w pozostałych nie stosuje się żadnych ograniczeń. W Polsce ma miejsce zakaz handlu materiałem siewnym GM, ale nie ma zakazu produkcji rolniczej, a zatem uprawa roślin genetycznie zmodyfikowanych jest legalna. Według danych Polskiego Związku Hodowców Kukurydzy w 2008 r. uprawiano w Polsce ok. 3000 ha kukurydzy Bt, aczkolwiek należy podkreślić, że są to dane szacunkowe, bowiem w Polsce nie ma obecnie obowiązku rejestracji upraw GM. Można przypuszczać, że areał upraw kukurydzy Bt jest znacznie większy. Materiał siewny jest sprowadzany z krajów sąsiednich (bowiem, jak wspomniano, obowiązuje zakaz handlu materiałem siewnym GM w Polsce, natomiast legalny jest handel nasionami GM w UE).

Od marca 2010 r. możliwa jest w krajach Unii Europejskiej produkcja rolnicza ziemniaka Amflora. Ziemniak GM Amflora (zarejestrowany przez UE 2 marca 2010 r.) – to odmiana przemysłowa, skrobiowa, która w niewielkim stopniu wytwarza amylozę, a biosyntetyzuje prawie wyłącznie amylopektynę. Odmiana ta nie nadaje się do konsumpcji.

Zasadniczym dla Polski zagadnieniem jest obecnie kwestia produkcji pasz przemysłowych. Podstawą produkcji pasz niezbędnych do produkcji mięsa (drobiowego, wołowego i wieprzowego), mleka oraz jaj i wszystkich produktów pochodnych jest **śruta sojowa**, produkowana z nasion soi GM po wyciśnięciu oleju. Śruta sojowa jest importowana przez Polskę w ilości ok. 2 mln ton rocznie, głównie z Ameryki Południowej. Około 98% tej śruty pochodzi z soi GM, która jest ok. 20-30% tańsza od „gwarantowanie niemodyfikowanej” (dalej: „non-GM”). Należy zwrócić uwagę na to, że próba zakupu 2 mln ton soi „non-GM” na rynku światowym spowodowałaby wzrost ceny takiego produktu.

Jak ważna jest dla polskiej gospodarki sprawa śruty sojowej, ilustrują dane uzyskane z Instytutu Zootechniki-PIB (IERiGŻ-PIB, Rynek Drobiu i Jaj, 2009 r.) – produkcją mięsa drobiowego i jaj w Polsce zajmuje się:

- 828 ferm produkcji jaj wylęgowych,
- 261 zakładów wylęgu drobiu,
- 4028 ferm brojlerów kurzych i ferm reprodukcyjnych,
- 1024 fermy jaj spożywczych,
- 298 zakładów pakowania jaj,
- 15 zakładów przetwórstwa jaj.

5052 fermy zajmują się produkcją drobiarską, zatrudniają 15 000 osób oraz 40 000 pracowników sezonowych. Zakaz stosowania pasz GM zagraża upadłością 1/3 ferm i zakładów drobiarskich, szczególnie mniejszych firm, a w pierwszym rzędzie przedsiębiorstw rodzinnych. Zgodnie z szacunkami Instytutu Zootechniki-PIB oraz IERiGW-PIB, Rynek Drobiu i Jaj (2009), należy oczekiwać następujących efektów społecznych:

- Spadek produkcji mięsa drobiowego spowoduje wzrost jego ceny i artykułów pochodnych; spadek spożycia mięsa drobiowego o 30-50% (7-12 kg).
- Wzrosną koszty utrzymania rodzin.
- Ograniczenie spożycia mięsa dotknie najuboższe rodziny.
- Import mięsa nie daje pewności co do pochodzenia mięsa [w tkankach zwierząt (mięsie, mleku, jajach) nie można wykryć obecności transgenicznego DNA pochodzącego ze zmodyfikowanych komponentów].
- Wartość importu wyniesie ok. 6-8 mld zł rocznie.
- Ograniczenie sektora produkcji zwierzęcej, głównie drobiarskiej:
 - pozbawienie dochodów i pracy rodzin zajmujących się produkcją;
 - pogorszenie sytuacji firm uboju, przechowalnictwa i obrotu (handlu);
 - zwiększenie bezrobocia;
 - pogorszenie poziomu odżywiania się rodzin.

Zgodnie ze scenariuszami Komisji Europejskiej (podajemy za F. Brzóską, *Ekonomiczne i społeczne aspekty biotechnologii* pod red. S. Zięby, Warszawa, Almam, 2009) wstrzymanie importu śruty sojowej w najgorszej wersji wydarzeń będzie prowadzić do spadku produkcji wieprzowiny o 34,7%, a drobiu o 43,9% w krajach Unii. Zrozumiałe, że te braki rynkowe zostaną natychmiast uzupełnione poprzez import z krajów Azji lub Ameryki Płn. i Płd.; można z całym przekonaniem stwierdzić, że import będzie, po pierwsze, droższy, a po drugie, importowane mięso będzie wyprodukowane na bazie pasz transgenicznych.

Kolejnym zagadnieniem jest produkcja bioenergii. Najprostszą drogą jest przetworzenie cukru w bioetanol. Brazylia jest jedynym krajem, który produkuje bioetanol z trzciny cukrowej GM w cenie niższej aniżeli import ropy naftowej. Około 80% transportu drogowego w Brazylii korzysta z bioetanolu. Jednakże jest to jedyny kraj, w którym produkcja bioetanolu jest ekonomicznie uzasadniona. Natomiast produkcja bioetanolu z ziarniaków jest ekonomicznie nieuzasadniona, a ponadto w istotnym stopniu sprzeczna z interesem społecznym, bowiem zmniejsza ilość zboża na rynku i powoduje wzrost cen żywności. Taka sytuacja miała miejsce w USA w latach 2007-2008, gdzie zaczęło brakować ziarna kukurydzy, a jednocześnie nastąpił istotny wzrost cen. Warto zauważyć, że istotną rolę odegrały w tej kwestii procesy spekulacyjne na giełdzie surowców spożywczych.

Inną drogą otrzymywania biopaliw jest przekształcenie celulozy do cukrów prostych, a następnie do bioetanolu. Ten proces jest bardziej skomplikowany technologicznie, droższy i wymaga enzymów celulolitycznych, otrzymywanych z mikroorganizmów genetycznie zmodyfikowanych. W warunkach polskich należy rozważyć dwie koncepcje. Pierwsza to **produkcja bioetanolu z cukru** z buraków cukrowych, a druga, bardziej złożona, to: wytworzenie genetycznie zmodyfikowanych organizmów zdolnych do **bio-**

syntezy czynnika energetycznego, takiego jak **wodór albo metan**. Obie koncepcje wymagają dokonania nie tylko opracowań technologicznych, ale także precyzyjnego rachunku ekonomicznego.

Następna kwestia wymagająca analizy to wytwarzanie nowych innowacyjnych materiałów. Najlepszą ilustracją powszechności i codzienności tej kwestii jest fakt masowego korzystania z bawełny. Należy domniemywać, że skoro ponad 50% upraw światowych to bawełna GM, to także nasza odzież jest produkowana... z bawełny genetycznie zmodyfikowanej. Jednakże w tym przypadku w perspektywie użytkowania roślin GM mamy nie tylko masową produkcję odzieży, ale także specjalistyczne produkty o wyjątkowych właściwościach: poczynając od biodegradowalności (a zatem oczyszczania środowiska), po szczególną wytrzymałość oraz niepalność.

Genetycznie zmodyfikowane zwierzęta są na dużą skalę stosowane w doświadczeniach farmaceutycznych. Natomiast nie wyrażono w żadnym kraju UE zgody na stosowanie zwierząt GM w celach konsumpcyjnych. Niejednoznaczne są informacje w tej kwestii napływające z krajów azjatyckich, a zgoda na przemysłową produkcję łososia GM w USA jest oczekiwana już od dwóch lat. Główne cele modyfikacji zwierząt to:

- wykorzystanie ich w produkcji białek, enzymów i innych substancji stosowanych w przemyśle farmaceutycznym (zwierzęta jako bioreaktory);
- uodpornienie organizmów zwierzęcych na choroby;
- zwiększenie ich produktywności, wydajności, a zatem uzyskanie zwierząt o pożądanym cechach w hodowli;
- pozyskanie materiału do ksenotransplantacji.

W rozwoju krajowego rolnictwa opinia publiczna przywiązuje dużą wagę do rozwoju ekoprodukcji, aczkolwiek obecnie znaczenie ekonomiczne produkcji ekologicznej jest bardzo niewielkie (w 2009 r. 367 tys. ha, tj. ok. 2% polskich upraw rolnych to uprawy ekologiczne zgodnie z deklaracją samych producentów), jednakże z wyraźną tendencją wzrostową. Istotne jest również zabezpieczenie istnienia rodzinnego gospodarstwa rolnego w Polsce, jak i ochrona bioróżnorodności. W opinii większości biotechnologów koegzystencja upraw ekologicznych i genetycznie zmodyfikowanych jest możliwa, ale tego poglądu nie podzielają ekolodzy. W przypadku żywnościowej produkcji rolnej ostateczna decyzja powinna zależeć od wyników badań naukowych i opinii ekonomistów. Natomiast konsument winien mieć prawo wyboru.

Stan prawny

„Ramowe stanowisko rządu RP w sprawie GMO” zostało opracowane w 2006 r. przez rząd premiera Jarosława Kaczyńskiego i z niewielkimi zmianami powtórzone przez rząd premiera Donalda Tuska (opublikowane 08.2008 r.). Podstawowe tezy tego obszernego dokumentu można w uproszczeniu przedstawić następująco:

Zamknięte użycie GMO	TAK
Uwolnienie doświadczalne GMO do środowiska	NIE
Produkcja i wprowadzenie na rynek GMO innych niż żywność i pasze	NIE
Produkcja krajowa żywności GM	NIE , ale
Stosowanie i produkcja pasz GM	NIE
Uprawa roślin GM	NIE

Projekt ustawy „Prawo o GMO” opracowanej przez rząd premiera Donalda Tuska **został zaakceptowany** w procesie notyfikacyjnym przez Komisję Europejską. Projekt ten jest zgodny generalnie z „Ramowym stanowiskiem”. Dopuszcza on wprowadzanie GMO do środowiska (a w tym także uprawę roślin GM), jednakże pod bardzo surowymi rygorami administracyjnymi. Prace przemysłowe i naukowe w warunkach zamkniętych są możliwe po spełnieniu określonych uregulowań formalnych. Projekt ten był w trakcie intensywnych prac w Sejmie, w 2011 r. Obecny stan prawny dopuszcza stosowanie pasz GM do 31.12.2012 r., a po tym terminie obowiązywać będzie w Polsce ustawowy zakaz stosowania pasz GM. W odniesieniu do nasiennictwa, w lipcu 2011 r. Sejm uchwalił ustawę dopuszczającą rejestrację roślin GM, ale zabraniającą handlu materiałem siewnym GM. W sierpniu 2011 r. prezydent Bronisław Komorowski zawetował tę ustawę. Uzasadniona jest opinia, że w 2012 r. te kwestie wymagają uregulowań ustawowych. W przypadku braku legislacji zgodnej ze standardami UE należy oczekiwać egzekucji kar nałożonych przez Europejski Trybunał Sprawiedliwości.

Jest oczywiste, że w najbliższym czasie podjęte będą prace nad skonstruowaniem nowej ustawy (lub daleko idącej nowelizacji obecnego aktu prawnego) regulującej zagadnienia GMO. Jest ogromnie ważnym, by w pracach tych uczestniczyli specjaliści, zarówno genetycy, jak i rolnicy oraz lekarze, ekonomiści. Ważne jest, by nowe przepisy uwzględniały interesy drobnych gospodarstw, produkujących tzw. żywność ekologiczną, a także środowisk zajmujących się ochroną środowiska. Te ostatnie nie mogą jednak stawiać swoich racji ponad wszystkie inne i nie uwzględniać zarówno interesu państwa, jak i stanowisk wielu uczonych pozytywnie oceniających stosowanie GMO.

Możliwe zagrożenia

Kwestia zagrożenia ze strony genetycznie zmodyfikowanych organizmów, a zwłaszcza roślin transgenicznych oraz żywności GM, jest przedmiotem wielu kontrowersji. Z punktu widzenia nauki, rośliny genetycznie zmodyfikowane są tak samo bezpieczne (lub niebezpieczne), jak inne rośliny czy też inne produkty innowacyjnych technologii. Niemożliwe jest sformułowanie „...100% pewności i gwarancji bezpieczeństwa...” [11]. Najczęściej formułowane obiekcje dotyczą niekontrolowanych przekrzyżowań międzygatunkowych, wbudowanie funkcjonalnych genów z konsumowanych materiałów do genomu konsumenta, nabycie oporności na antybiotyki (stosowane jako markery w GMO)

oraz wywołanie alergii u konsumenta GMO. Od rozpoczęcia upraw komercyjnych (1995 r.) produkcję roślin GM realizowano na ponad miliardzie ha, przy uprawach pracowało kilkadziesiąt milionów rolników, konsumentami było kilka miliardów ludzi i wiele miliardów zwierząt i ptactwa. Do dzisiaj nie ma żadnego udokumentowanego przypadku poniesienia uszczerbku na zdrowiu jakiejkolwiek osoby pracującej z roślinami GM lub spożywających produkty zawierające GM. To samo dotyczy zwierząt i ptactwa.

Istnieje bogata literatura poświęcona zagadnieniom biobezpieczeństwa produktów inżynierii genetycznej w odniesieniu zarówno do człowieka, jak i środowiska. Unia Europejska w minionych 25 latach kosztem ponad 500 mln euro finansowała badania realizowane przez ponad 500 grup badawczych [11]. Prace te stanowią podstawę do prostego stwierdzenia, że korzystanie z GMO nie prowadzi do wyższego zagrożenia dla człowieka czy też środowiska aniżeli standardowe organizmy. Cytujemy ich wniosek końcowy w oryginalnym brzmieniu („... *According to the projects' results, there is, as of today, no scientific evidence associating GMOs with higher risks for the environment or for food and feed safety than conventional plants and organisms...*”). Prace te dotyczą następujących zagadnień:

- metod analitycznych detekcji GMO (głównie w żywności i paszach), co warunkuje identyfikację oraz weryfikuje znakowanie produktów;
- uwarunkowań determinujących potencjalne zagrożenia dla zdrowia w wyniku stosowania GMO w produkcji żywności, leków i diagnostyki;
- właściwości i produkcji roślin, przede wszystkim odpornych na patogeny, grzyby i wirusy; uwarunkowań transferu genów i koegzystencji organizmów GM i nie-GM;
- czynników warunkujących przyswajanie azotu w celu poprawy efektywności produkcji zbóż;
- zdefiniowania efektów organizmów GM na bioróżnorodność.

Do podobnego wniosku można dojść po zapoznaniu się z wynikami rutynowych prac kontrolnych realizowanych przez EFSA (*European Food Safety Authority*, Europejski Urząd Bezpieczeństwa Żywności) oraz badawczych realizowanych przez JRC (Joint Research Center, Połączone Ośrodki Badawcze, z siedzibą w Ispri), które są podstawą merytoryczną stanowiska Komisji Europejskiej. Szczególnie wartościowe są polskie prace w tym zakresie, realizowane w naszym kraju, na polskim materiale, w krajowych warunkach. Lista polskich prac w załączeniu [13]. Natomiast opracowania przeciwników inżynierii genetycznej publikowane są głównie na stronach internetowych, jak również na podstawie, niezwyfikowanych przez innych badaczy, pojedynczych publikacji naukowych.

Przeciwnicy inżynierii genetycznej powołują się na kilka prac naukowych (por. dane i cytowania z punktów c), e), poniżej) wykazujących szkodliwość dla szczurów karmy sporządzonej z roślin GM, które po zweryfikowaniu przez poważne ośrodki naukowe zostały zdyskwalifikowane jako nierzetelne [12]. Jeśli chodzi o prace, na które najczęs-

ciej powołują się polscy przeciwnicy GMO, są to przede wszystkim publikacje na stronach internetowych, artykuły prasowe i audycje telewizyjne. Wśród najczęściej cytowanych publikacji znajduje się słynna książka Jeffreya Smitha *Nasiona kłamstwa*. Autor, nauczyciel tańca w Stanach Zjednoczonych, założyciel szkoły joginów, jest przykładem hochsztaplera, który został uznany za „guru” przez przeciwników GMO, w tym osób w Polsce z tytułami profesorskimi. Do najczęściej cytowanych w minionym roku w Polsce publikacji przeciwników GMO należą:

a) Jędrysiak M., *Ćwierć miliona samobójców*,

http://wyborcza.pl/1,87648,9596856,Cwierc_miliona_samobojcow.html [dostęp 18.07.2011].

b) Program Uwaga *GMO jedzenie z obcym genem* [dostęp TVN 20.07.2011].

c) Smith Jeffrey M., *Nasiona kłamstwa, czyli o łgarstwach przemysłu i rządów na temat żywności modyfikowanej genetycznie*, Oficyna Wydawnicza 3.49, Poznań 2007: 33, 168.

d) <http://zbrodniarze.com> [dostęp 04.07.2011]

e) Wiąckowski S.K. *Genetycznie modyfikowane organizmy obietnice i fakty*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko 2008: 31.

Przeciwnicy GMO pomału wycofują się z twierdzeń o bezpośrednim zagrożeniu zdrowia ludzkiego przez żywność z roślin GM lub mięso i inne produkty zwierząt karmionych paszami GM. W zamian postulują, że żywność GM może odbić się na zdrowiu przyszłych pokoleń. Trudno udowodnić takie twierdzenie, jedyną drogą jest wykonywanie doświadczeń na zwierzętach laboratoryjnych o krótszym niż człowiek cyklu życiowym. W doświadczeniach tych nie wykazano, jak dotąd, by jakiegokolwiek zagrożenia miały miejsce. Oddzielnym zagadnieniem jest często podnoszony przez przeciwników GMO wpływ upraw roślin GM na środowisko. Uprawy roślin GM, podobnie jak wszelkie monokultury roślin uprawnych, mają niekorzystny wpływ na środowisko. Na polach obsianych roślinami GM odpornymi na owady będą ginęły nie tylko szkodniki owadzie, ale również owady pożyteczne. W wyniku przekrzyżowań roślin o zwiększonej tolerancji na środki chwastobójcze z roślinami dziko rosnącymi mogą pojawić się rośliny GM, które nie były celem doświadczeń. Te i inne skutki uprawiania roślin GM powinny być dokładnie sprawdzane. Powstało wiele opracowań zajmujących się problematyką wpływu GMO na środowisko. Autorzy tych opracowań podkreślają nie tylko zagrożenia płynące z upraw roślin GM, ale też ogromny, korzystny wpływ tych upraw, wyrażający się między innymi tym, że duża wydajność roślin GM pozwala na zmniejszenie areалу upraw, przez co ratuje się najcenniejsze przyrodniczo ekosystemy, takie jak puszcze amazońskie czy sawanny afrykańskie. Wszystkie aspekty oddziaływania roślin GM na środowisko powinny być badane, i to w krajach, w których rośliny takie są uprawiane. Trudno bowiem przenieść wyniki badań wykonanych, np. w Brazylii, na kraje leżące w innej strefie klimatycznej. Obecnie prowadzone badania dotyczą, m.in. następujących kwestii:

– NTO (*non-target organisms*) – oddziaływania z organizmami niedocelowymi, to zna-

czy testowanie możliwych oddziaływań z organizmami, które nie są przewidywanym celem interakcji, jednakże konieczne jest eksperymentalne wykluczenie takiej możliwości;

- FT (*field trials*) – próby polowe. Weryfikacja w naturalnych warunkach środowiskowych (polowych) wyników prac laboratoryjnych;
- RE (*receiving environments*) – środowiska otrzymujące; zróżnicowanie regionów geograficznych UE; sprawdzanie wpływu upraw roślin GM na środowisko w konkretnej lokalizacji geograficznej;
- LT (*long term effects*) – efekty długoterminowe. Testowanie długoterminowych skutków upraw roślin GM i spożycia produktów GM na zwierzętach doświadczalnych;
- NC (*effect of non coding nucleic acid*) – efekt kumulacji/transferu oligonukleotydów, czyli potencjalne efekty regulatorowe małych RNA lub DNA.

Prace nad wymienionymi zagadnieniami powinny być prowadzone również i w Polsce, w naszych, lokalnych, warunkach geoklimatycznych. Po to, aby można je było prowadzić, konieczne jest wprowadzenie legislacji umożliwiającej stosowanie GMO w otwartym środowisku.

Wnioski

Prowadzenie jakiegokolwiek działalności społecznej, gospodarczej, a także naukowej, związane jest zawsze z pewnym ryzykiem i zagrożeniem w różnych sferach społecznych, zawodowych czy też gospodarczych. Jednakże, zwłaszcza w odniesieniu do prac naukowych oraz społecznych, istnieje również zagrożenie spowodowane brakiem podjęcia realizacji określonych działań czy też niedokonanie ich we właściwym czasie. Sytuacja taka może mieć miejsce w odniesieniu do każdego obszaru działalności człowieka. Jednakże przedmiotem szczególnie narażonym na tego typu zagrożenie w kontekście gospodarki naszego kraju i rozwoju całej Unii Europejskiej jest zagrożenie koncepcji biogospodarki w efekcie **groźby zaniechania** (na naszym kontynencie, a zwłaszcza w naszym kraju) badań i wdrożeń w zakresie biotechnologii, a zwłaszcza agrobiotechnologii, będącej podstawą wytwarzania surowców odnawialnych, niezbędnych do wytwarzania nie tylko żywności i pasz, ale przede wszystkim biomateriałów i bioenergii. Nie możemy być społeczeństwem wyłącznie nastawionym na szeroko pojętą konsumpcję produktów bioinnowacyjnych, produkowanych na innych kontynentach.

Obecność produktów GM na rynku jest faktem (90% pasz; 70% produktów w supermarkecie zawiera dodatki produktów GM, z GMO wytwarzanych jest prawie 100% hormonów, wiele leków i szczepionek, przeciwciała monoklonalne w diagnostyce). Łączna wartość tego rynku jest ogromna. Sądzymy, że Polski nie stać na to, by rezygnować z udziału w tym wielkim przedsięwzięciu gospodarczym, zasadniczo wpływającym na poprawę jakości życia.

Polską biotechnologię charakteryzuje duży potencjał intelektualny pracowników naukowych i wiele ciekawych rozwiązań naukowych. Obserwujemy bardzo niewiele zgłoszeń patentowych, krajowych, a zwłaszcza zagranicznych. Krajowe koncepcje naukowe (nawet te opatentowane) i publikowane w najlepszych czasopismach są niezmiernie rzadko wdrażane do produkcji. Jedynym chlubnym wyjątkiem jest krajowa produkcja gensuliny przez firmę Bioton. Z pewnością duży potencjał gospodarczy wiąże się z takimi projektami i pracami naukowymi, jak:

- otrzymywanie szczepionek jadalnych w roślinach (publikacje zespołu prof. A.B. Legockiego);
- środki opatrunkowe pochodzenia roślinnego lub bakteryjnego (prace zespołów prof. prof. S. Bieleckiego i J. Szopy – prace prof. J. Szopy zostały wyróżnione nagrodą premiera w 2010 r.);
- produkcja szczepionek przeciwko nowotworom (badania prof. A. Mackiewicza);
- diagnostyka molekularna (prace zespołów prof. prof. R. Słomskiego i J. Lubińskiego);
- otrzymane rośliny transgeniczne (ogórek, pomidor, pszenżyto, sałata, łubiny, topole) nie zostały wdrożone do produkcji rolniczej (badania prof. prof. S. Malepszego, K. Niemirowicz-Szczytt, A. Kononowicza, J. Zimnego, A.B. Legockiego, S. Karpińskiego).

W tym kontekście należy podkreślić i zwrócić uwagę na świetny rozwój komercyjnej diagnostyki molekularnej oraz przemysłowy rozwój kultur *in vitro* w ogrodnictwie i kwaciarstwie.

Zgodnie z raportem „Polska 2050” (Warszawa, 2011, Komitet Prognoz PAN) Polska, s. 14 „(...) wartość wskaźnika kapitału ludzkiego wzrosła dla Polski w okresie od 1995 do 2008 r. prawie o połowę (...) Jednakże lokujemy się dopiero na 26 miejscu wśród 40 rozwiniętych państw, a dystans dzielący nas od krajów najbardziej zaawansowanych nie uległ zmianie. W Polsce kształci się rokrocznie ponad 1000 magistrów i inżynierów biotechnologii. Na czterech wydziałach wyższych uczelni nadawane są stopnie naukowe doktorów biotechnologii. Stwierdzenie, że potencjał naukowy winien być wykorzystany w gospodarce narodowej jest wręcz truizmem. Nakłady na naukę stanowią ok. 0,4% PKB, a wynagrodzenia profesorskie ok. 130% średniej krajowej. Zgodnie z wieloma opiniami nakłady na naukę winny być równe środkom na obronność (obecnie w Polsce ok. 1,95% PKB), a uposażenia profesorskie winny stanowić 300-1000% średniej krajowej. System tworzący podstawy cywilizacji wiedzy [por. s. 45 Raportu „Polska 2050”] to wzajemne przenikanie się sektora nauki, badań i rozwoju połączona z podażą pracowników z wysokimi kwalifikacjami oraz komunikacją społeczną. Dążąc do „(...) nowej polityki przemysłowo-infrastrukturalnej (...)” [s. 69 Raportu „Polska 2050”] i nie chcąc pozostać krajem drugiej kategorii uzależnionym od ponadnarodowych koncernów, musimy dążyć do stworzenia nowych kierunków rozwojowych, opartych na innowacyj-

nych technologiach, będących narodowymi specjalizacjami. Istotnym czynnikiem jest także brak finansowania krajowej nauki przez polski przemysł. Uniknięcie procesów globalizacyjnych jest, jak się wydaje, niemożliwe, a zatem trzeba się do nich dostosować i je twórczo wykorzystać. Nowoczesna biotechnologia i polskie rezerwy kadrowe w tej dziedzinie stwarzają właśnie takie możliwości. W tym kontekście **błąd zaniechania** to próba stworzenia w Polsce „świata bez GMO”, bowiem nie ma możliwości „ucieczki” od innowacyjnej nauki i gospodarki, a w tym biotechnologii.

Istotną przesłanką w interpretacji stanu polskiej biotechnologii jest aspekt społeczny i legislacyjny w kontekście finansowania inicjatyw gospodarczych. Większość polskiego społeczeństwa (3/4) jest przeciwna inżynierii genetycznej i produktom takim, jak GMO. W konsekwencji i na podstawie opinii społecznej (a nie ocen eksperckich) formułowana jest polityka rządu, wyrażona w „Ramowym stanowisku rządu w sprawie GMO” (opracowania z lat 2006 i 2009). Specyficznym „produktem” obu tych faktów jest legislacja, która stwarza szereg barier w rozwoju innowacyjnych koncepcji. Bez naukowych uzasadnień można intuicyjnie uznać za pewnik, że inwestor nie zaryzykuje finansowania w przemysł oparty na rozwiązaniach inżynierii genetycznej, jeżeli:

- 1) legislacja jest niesprzyjająca dla takich inwestycji,
- 2) stanowisko administracji państwowej jest oficjalnie negatywne,
- 3) opinia społeczna deklaratywnie odrzuca (w swej większości) produkty genetycznie zmodyfikowane.

Podkreślić należy oczywistą kwestię: w ramach Wspólnoty Europejskiej mamy system swobodnego ruchu gospodarczego, bez granic. W konsekwencji produkty „przemieszczają się” w ramach krajów Unii bez kontroli i nadzoru, a zatem nie ma możliwości stworzenia z Polski lub z innego obszaru strefy „wolnej od czegoś”, np. „strefy wolnej od GMO”. A zatem doprowadzimy do sytuacji, która zasadniczo już ma miejsce: będziemy importerami i konsumentami, ale nie producentami GMO i pochodnych, a tym bardziej nie będziemy jako kraj czy też nawet jako Unia Europejska, współuczestniczyć w rozwoju technologii (czego miernikiem i wyznacznikiem jest liczba patentów). Co więcej, jeżeli niejednorodność przepisów spowoduje zasadnicze różnice w gospodarce poszczególnych krajów Wspólnoty, co ma miejsce przykładowo dzisiaj w zakresie uprawy roślin GM i handlu materiałem siewnym GM, to można oczekiwać istotnego bałaganu gospodarczego. Natomiast oczekiwanie, że jeden (albo kilka) krajów UE będzie „wyspą wolną od GMO” oraz od produktów pochodnych GMO – to czysty nonsens zarówno w sensie ekonomicznym, jak i politycznym oraz społecznym. Przecież, tak jak Polska jest członkiem rodziny europejskiej, tak zarówno Polska, jak i pozostałe kraje Unii są fragmentem wspólnoty światowej powiązanej wieloma konwencjami, umowami, członkostwem w organizacjach międzynarodowych. W tym kontekście warto przypomnieć, że przykładowo członkostwo w Światowej Organizacji Handlu (WTO, ang. *World*

Trade Organisation) zobowiązuje nas do handlu wolnego od nieuzasadnionych barier. Ustawy sprzeczne z prawem unijnym prowadzą do konfliktu z Komisją Europejską, a dalej do wysokich kar finansowych. Niewątpliwie europejski system legislacyjny oraz zasady subsydiów dla rolnictwa nie są doskonałe. Jednakże przed sformułowaniem zakazów należy zaproponować konstruktywne rozwiązania. Jeżeli nie możemy takowych zaproponować, to najlepszym rozwiązaniem jest przyjęcie systemowych rozwiązań Unii Europejskiej.

W wielu obszarach życia gospodarczego Unia Europejska zostaje w tyle za Stanami Zjednoczonymi, a także Chinami i Brazylią, nowymi tygrysami gospodarki światowej. Komisja Europejska chętnie przyjmuje sugestie rozwiązań, które mogłyby wzmocnić pozycję Unii w świecie. Sądzymy, że wiele krajów Unii z uznaniem i radością przyjąłoby sugestie ze strony Polski dotyczące unowocześniania gospodarki, zwłaszcza w zakresie źródeł energii, produkcji leków i nowoczesnej biotechnologii w rolnictwie. Negatywny stosunek do wykorzystywania nowoczesnych technologii cechuje nie tylko polskie społeczeństwo. Kanclerz Niemiec, Angela Merkel, pod naciskiem partii Zielonych, ogłosiła moratorium na budowę elektrowni jądrowych. Byłoby ogromnie ważnym, aby polski rząd rzucił wyzwanie unijnym tradycjonalistom i politykom, którzy ulegają naciskom nieodpowiedzialnych i antynaukowych środowisk. Sądzymy, że Polska odniosłaby bardzo poważny sukces, a pozycja naszego kraju w Europie uległaby dalszemu wzmocnieniu.

Osiągnąć nauki nie można ignorować. Należy świadomie i aktywnie uczestniczyć w nowoczesnych rozwiązaniach, aby je rozumieć i wykorzystać oraz mieć możliwość prawa wyboru.

Literatura

- [1] European Commission, Europe 2020; A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth; http://ec.europa.eu/commission_2010014/president/news/documents/pdf/20100303_1_en.pdf
- [2] European Union Parliament Website Lisbon European Council 23 and 24 March Presidency Conclusion, <http://ec.europa.eu>
- [3] The Lisbon Strategy in the turmoil of economic crisis, Europedia <http://europedia.moussis.eu/discus/discus-1233424310-15411-26705.tkl>
- [4] Raport „Polska 2050” (Warszawa, 2011, Komitet Prognoz PAN „Polska 2000 plus”, pod redakcją M. Kleibera i in.
- [5] A. Aguilar, L. Bochereau, L. Matthiessen, *Biotechnology as the engine for the Knowledge-Based Bio-Economy*, *Biotechnol. Genet. Eng. Rev.*, 2010; 26: 371-88.
- [6] P. Aerni, *Agricultural biotechnology and its contribution to the global knowledge economy*, *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*, 2007; 107: 69-96.
- [7] S. Hogarth, B. Salter, *Regenerative medicine in Europe: global competition and innovation governance*, *Regen Med.*, 2010; 5: 971-85.
- [8] GUS, Nauka i Technika w Polsce w 2008 roku, http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_nts_Nauka_i_technika_2008.pdf
- [9] The European Bioeconomy in 2030. Delivering Sustainable Growth by addressing the Grand Societal Challenges, [dokument elektroniczny].

- [10] OECD Organisation for Economic Co-operation and Development, *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, OECD Publishing.
- [11] A decade of EU-funded GMO research (2001-2010): http://ec.europa.eu/research/biosociety/library/brochures_reports_en.htm EC-sponsored research on Safety of Genetically Modified Organisms (1985-2000) oraz <http://ec.europa.eu/research/quality-of-life/gmo/>
- [12] Persley J.G., Siedow J.N., Gasson M., Qualset C.O., *Application of Biotechnology to crops: benefits and risks*. CAST Issue Paper 12, 1999, 18 Siedow J.M., *Feeding ten billion people. Three views*. Plant Physiology 126, 2001.
- [13] Polskie prace dotyczące genetycznie zmodyfikowanych roślin:
- T. Twardowski, S. Pruszyński, A. Potkański, K. Adamczewski, *Rolnicza przydatność genetycznie zmodyfikowanej (GM) kukurydzy*, Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 2001; 41: 69-76.
- S. Malepszy, *Bezpieczeństwo korzystania z organizmów modyfikowanych genetycznie*, 31-36, [w:] *GMO Poznajmy Swoje Poglądy*, Instytut Na Rzecz Ekorozwoju, Białystok 2003.
- T. Twardowski, A. Potkański, S. Pruszyński, K. Adamczewski, *A Note on Silage from Genetically Modified Maize Tested for Biological Activity*, Pol. J. Environ. Stud., 2003; 12: 759-764.
- I. Kosieradzka, E. Sawosz, A. Winnicka, W. Kluciński, S. Malepszy, M. Szwacka, B. Pastuszewska *The effect of transgenic cucumbers expressing thaumatin on selected immunity parameters in rats*, J. Animal Feed. Sci., 2004; 13: 95-98.
- N. Tagashira, M. Filipecki, Z. Yin, W. Pląder, O. Fiehn, A. Wiśniewska, M. Szwacka, Y. Hoshi, S. Malepszy, *Metabolic profiles of transgenic cucumber plants considerably changing according to the transgene chromosomal localization*, Cell Mol. Biol. Lett., 2005; 10: 697-710.
- A. Baranowski, S. Rosochacki, R. Parada, K. Jaszczak, J. Zimny, J. Połozynowicz, *The effect of diet containing genetically modified triticale on growth and transgenic DNA fate in selected tissue of mice*, Anim. Sci. Pap. Rep., 2006; 24: 129-142.
- M. Kiełkiewicz, J. Gajc-Wolska, M. Szwacka, S. Malepszy, *Impact of transgenic cucumbers expressing the thaumatin II gene on the occurrence of arthropod fauna*. Bulletin IOBC/wprs, 2006, 46(2), 457-466.
- M. Kiełkiewicz, J. Gajc-Wolska, M. Szwacka, S. Malepszy, *Występowanie szkodników i fauny pożytecznej na transgenicznym ogórkach z ekspresją taumatyny II*, Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2006; 46: 457-463.
- M. Kiełkiewicz, M. Szwacka, J. Gajc-Wolska, S. Malepszy, *Transgeniczne ogórki z ekspresją genu taumatyny II i ich akceptacja przez szkodniki*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2006; 509: 395-404.
- S. Malepszy, *Uwagi o wprowadzaniu do rolnictwa w Polsce odmian genetycznie zmodyfikowanych*, Postępy Nauk Rolniczych, 2006; 6: 3-15.
- M. Kiełkiewicz, J. Gajc-Wolska, M. Szwacka, S. Malepszy, *Changes In biochemistry of cucumber carrying the thaumatin II gene: relevance to herbivores*, *GMO's In Integrated Plant Production*, IOBC wprs Bulletin, 2008; 33: 79-84.
- K. Jaszczak, M. Kruszewski, A. Baranowski, R. Parada, T. Bartłomiejczyk, J. Zimny, S. Rosochacki, *Micronucleus test and comet assay on mice fed over five generations a diet containing genetically modified triticale*. J. Anim. Feed Sci., 2008; 17: 100-109.
- E. Lubiatońska-Krysiak, T. Twardowski, *Agrobiotechnologia i przemysł rolno-spożywczy: perspektywy i ograniczenia w świetle opinii publicznej*, Biotechnologia, Monografie, 2008; 4.
- S. Świątkiewicz, J. Koreleski, *Rośliny genetycznie modyfikowane w żywieniu drobiu*, Medycyna Wet., 2008, 64, 1379-1383.

- T. Twardowski, *Societal attitudes regarding GM food In the case of Poland within EU*, Environ. Biosafety Res. 2008; 7, 181-184.
- S. Świątkiewicz, M. Świątkiewicz, *Rośliny genetycznie modyfikowane drugiej generacji w żywieniu zwierząt gospodarskich*, Medycyna Wet., 2009; 65: 460-465.
- Z. Zduńczyk, J. Jankowski, *Kontrowersje w ocenie bezpieczeństwa zdrowotnego produktów transgenezy roślin*, Biotechnologia, 2009; 3: 9-21.
- S. Świątkiewicz, J. Koreleski, A. Arczewska, M. Twardowska, K. Kwiatek, G. Tomczyk, M. Reichert, M. Mazur, D. Bednarek, *Krajowe badania nad bezpieczeństwem stosowania pasz genetycznie zmodyfikowanych w żywieniu drobiu*. Życie Weterynaryjne, 2010; 85(2), 161-265.
- S. Świątkiewicz, M. Twardowska, J. Markowski, M. Mazur, Z. Sieradzki, K. Kwiatek *The fate of transgenic DNA from bt corn and roundup ready soybean meal in broilers fed GMO feed*, Bull. Vet. Inst. Puławy, 2010; 54: 237-242.
- S. Świątkiewicz, M. Świątkiewicz, J. Koreleski, K. Kwiatek *Nutritional efficiency of genetically modified insect resistant corn (MON 810) and glyphosate tolerant soybean meal (roundup ready) for broilers*, Bull. Vet. Inst. Puławy, 2010; 54: 43-48.
- S. Świątkiewicz, M. Twardowska, J. Markowski, M. Mazur, Z. Sieradzki, K. Kwiatek, *The fate of transgenic DNA from bt corn and roundup ready soybean meal in broilers fed GMO feed*, w druku, 2010.
- J. Bieniek, *Modyfikacje genetyczne – stan i perspektywy zastosowań w hodowli zwierząt gospodarskich*, Postępy Nauk Rolniczych, 2009; 3-4: 35-52. World's Poultry Science Journal, 2011; 67: 631-642.
- J. Stadnik, M. Karwowska, Z. Dolatowski, M. Świątkiewicz, K. Kwiatek *Effect of genetically modified feeds on physico-chemical properties of pork*, Ann. Anim. Sci., 2011; 11: 597-606.
- M. Świątkiewicz, E. Hanczakowska, M. Twardowska, M. Mazur, K. Kwiatek, W. Kozaczyński, S. Świątkiewicz, Z. Sieradzki, *Detection of transgenic DNA from Bt maize and herbicide tolerant soybean meal in tissues, eggs and digestive tract content of laying hens fed diets containing genetically modified plants*, Ann. Anim. Sci., 2011; 11: 413-424.
- M. Świątkiewicz, E. Hanczakowska, M. Twardowska, M. Mazur, K. Kwiatek, Z. Sieradzki, *Effect of genetically modified seeds on fattening results and transfer of transgenic DNA to swine tissues*, Bull. Vet. Inst. Puławy, 2011; 55: 121-125.
- S. Świątkiewicz, J. Koreleski A. Arczewska-Włosek, M. Mazur, K. Kwiatek, Z. Sieradzki, Bull. Vet. Inst. Puławy, *Effect of genetically modified, insect resistant corn (MON 810) and glyphosate tolerant soybean meal (Roundup Ready) on physico-chemical properties of broilers' breast and thigh muscles*. 2011; 55: 541-546.

**Position paper of Biotechnology Committee, Polish Academy of Sciences.
Innovative technologies as a challenge for Polish economy:
GMO for industry and agriculture**

The development of knowledge based bioeconomy based on genetic engineering. The application of genetically modified organisms (GMO) for industry and agriculture is of critical importance and positive. Biotechnology Committee of Polish Academy of Sciences recommends GMO for modern economy.

Key words: Poland, bioeconomy, GMO, genetic engineering

