

KAMILA BAKOWSKA-ŻYWICKA*, AGATA TYCZEWSKA**, TOMASZ TWARDOWSKI**

Organizmy genetycznie zmodyfikowane – ekonomia i bezpieczeństwo

Wprowadzenie

W USA ponad 50 roślin spożywczych zawierających modyfikacje genetyczne zostało pozytywnie ocenionych przez Agencję do spraw Żywności i Leków (FDA), a zatem jest możliwa ich komercjalizacja. Oprócz powszechnie znanych i skomercjalizowanych roślin (soja, kukurydza, rzepak i bawełna) odpornych na herbicydy uniwersalne lub szkodniki (Bt), które łącznie stanowią obecnie 97-98% całości transgenicznych upraw komercyjnych, na szczególną uwagę zasługują: soja o wysokiej zawartości kwasu oleinowego (DuPont), dynia odporna na wirusy (Seminis Vegetable Seeds), pomidor o zmodyfikowanym procesie dojrzewania (Agritope) oraz pomidor o przedłużonej żywotności (Calgene and Zebeca Plant Science). Nową jakość stanowią genetycznie zmodyfikowane zwierzęta przeznaczone dla przemysłu spożywczego. Takie manipulacje zwierząt mają służyć poprawieniu smaku, obniżeniu kosztów produkcji mięsa czy sera, humanizacji mleka krowiego czy też zmianie odporności na choroby. Zwierzęta GM mogą być wykorzystywane również w przemyśle farmaceutycznym do „produkcji”, np. w mleku, w jajach czy też moczu, przeciwciał i innych białek, takich jak interferon, osoczowy czynnik krzepnięcia lub „ludzka” insulina. Niewątpliwie możliwości wykorzystania organizmów GM są ogromne.

Korzyści ekonomiczne

Uprawa roślin GM przynosi rolnikom i producentom materiału siewnego korzyści ekonomiczne. W 2005 roku rolnicy uprawiający rośliny GM odnieśli korzyści netto sięgające 5,6 mld USD. Jak wynika z nowego opracowania dotyczącego ekonomicznych skutków upraw GM na całym świecie, sporządzonego przez Wspólne Centrum Badawcze (WCB) Komisji Europejskiej, korzyści te wynikają z oszczędności związanych ze stosowaniem mniejszych ilości herbicydów, pestycydów i mniejszą pracą maszyn rolniczych, a nie – jak wcześniej sądzono – z uzyskiwania wyższych plonów. Ocenia się, że np. uprawa buraków cukrowych odpornych na herbicyd RoundUp[®] pozwala na ogólne ograniczenie zużycia środków chwastobójczych o 41-59%, aczkolwiek należy odnotować,

* Instytut Chemii Bioorganicznej PAN, Poznań

** Innsbruck Biocenter, Division of Genomics and RNomics – Innsbruck Medical University, Innsbruck Austria

że równoległe nastąpił znaczny wzrost stosowania herbicydów uniwersalnych, takich jak RoundUp®. Wykazano, że rolnicy uprawiający bawełnę Bt w Chinach zużywają pięć razy mniej środków owadobójczych na hektar. W związku z tym w krajach Trzeciego Świata odnotowano także zmniejszenie liczby zatruc środków ochrony roślin. Ogółem, w latach 1996-2005 zanotowano spadek zużycia pestycydów o 224 tys. ton. Ponadto w 2005 roku nastąpiło zmniejszenie emisji dwutlenku węgla równoznaczne z eliminacją około 400 tys. samochodów z naszych dróg.

Biodegradowalne plastiki

Globalny rynek dla biodegradowalnych tworzyw jest nadal mały, ale rozwija się bardzo szybko. Najbardziej pożądanym kierunkiem wykorzystania tego typu tworzyw wydaje się branża opakowaniowa. Biodegradowalny plastik jest także stosowany w rolnictwie – folie można pozostawić na polu, a ekologiczny plastik rozłoży się i zadziała jak nawóz. Produkcja tworzyw biodegradowalnych, których tak potrzebuje środowisko naturalne, jest nadal marginalna w porównaniu z tworzywami masowymi. Dla przykładu, BASF, który produkuje specjalną folię ekologiczną Ecoflex, może wytwarzać ok. 6-8 tys. ton rocznie tego tworzywa, zaś np. polistyrenu – ponad 700 tys. ton rocznie. Jest to w dużej mierze uzależnione od ceny, która jest obecnie ok. 3-krotnie wyższa dla folii ekologicznej.

Biopaliwa

Biopaliwa, w przeciwieństwie do paliw kopalnych, takich jak ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel czy paliwa jądrowe, uzyskiwane są z odnawialnych źródeł energii. Do produkcji biopaliw w Europie wykorzystuje się przede wszystkim len i rzepak, w USA – kukurydzę i soję. W Brazylii bioetanol produkuje się z cukru trzcinowego, dzięki temu jest to jedyny kraj, w którym biopaliwa opanowały 90% rynku, a ich cena jest niższa od ceny benzyny.

Zasadniczą kwestią jest rezygnacja ze stosowania ziarniaków zbóż w celu produkcji biopaliw, a rozwinięcie ich produkcji z biomasy. Zagadnienie to ma kilka istotnych aspektów, które zmuszają do jego krytycznego rozważenia. Użytkowanie ziarna do produkcji etanolu jest konkurencyjne względem produkcji żywnościowej, a zatem w konsekwencji prowadzi do wzrostu cen zbóż (miało to miejsce w USA w 2007 r.), a także do zmniejszenia powierzchni upraw dla celów spożywczych. To najbiedniejsi mieszkańcy Ziemi najsilniej odczuwają wzrost cen żywności. Z pewnością najbardziej zasadne jest wykorzystanie aktualnie całkowicie zbędnej biomasy (słoma, siano, wytloki itp.), która jako produkt odpadowy zajmuje znaczne powierzchnie środowiska i jest dostępna niemalże „za darmo”. Jednakże przerób biomasy jest związany z bardzo skomplikowanym cyklem przetwórczym: celulozę trzeba, przy użyciu celulaz, przekształcić najpierw do cukrów

prostych, a następnie do alkoholi. Pozyskanie efektywnych i dostępnych w dużych ilościach tanich celulaz możliwe jest tylko za pomocą genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów (GMM).

Stosowanie biopaliw płynnych ma długą historię, gdyż ponad wiek temu Rudolf Diesel do napędu prototypów swoich silników wykorzystywał olej z orzeszków ziemnych, a alkohol etylowy jako paliwo do silników samochodowych zastosował już w 1920 r. Henry Ford. W Polsce produkcję mieszanki (30% alkoholu i 70% benzyny) rozpoczęto w 1929 r. Jednak w następnym okresie produkty te zostały wyparte z rynku przez tańsze paliwa otrzymywane z ropy naftowej. Przy aktualnych cenach ropy naftowej biodiesel lub bioetanol są ewidentnie droższe od paliwa otrzymywanego z ropy. Jednak szerszy aspekt stosowania biopaliw, tj. dodatkowe miejsca pracy w rolnictwie (1000 ton biopaliw = zatrudnienie 12-14 osób), efekty środowiskowe (biopaliwa = ograniczona emisja dwutlenku węgla) czy możliwości wykorzystania biomasy, potwierdza zasadność wprowadzenia biopaliw. Należy również podkreślić, że UE nakłada na kraje członkowskie obowiązek zwiększenia udziału biopaliw w paliwach do transportu do 5% w 2009 roku i do 5,75% w 2010 roku.

Możliwość produkcji tanich leków i szczepionek

Produkcja farmaceutyków w roślinach może zapewnić niemal nieograniczone ilości białek do stosowania w terapii wielu chorób. Systemy takie są bardzo ekonomiczne – wymagają przede wszystkim energii słonecznej i podłoża, a z jednego hektara uprawy można uzyskać do 20 kg czystego białka. W ostatnich latach wykazano, że spożycie rośliny GM, w której wytwarzane są antygeny wirusowe, indukuje odpowiedź immunologiczną, podobnie jak klasyczna doustna szczepionka przeciw polio. Jednocześnie trzeba zwrócić uwagę na powszechny błąd: produkcja roślin GM jako bioreaktorów syntetyzujących leki nie jest równoznaczna z konsumpcją tych roślin. Takie uprawy muszą być izolowane i zabezpieczone tak samo, jak... fabryki leków. Otrzymany z roślin specyfik leczniczy musi być wydzielony i oczyszczony, niezbędne jest także określenie specyficznej efektywności i zagwarantowanie reproduktywności. Często powtarzane hasło „zjedzenie banana będzie równoważne szczepionce” jest bardzo dużym uproszczeniem i błędem.

Wiele substancji cennych z punktu widzenia medycyny jest produkowanych w mleku zwierząt transgenicznych. Zmodyfikowane zwierzęta, z wprowadzonym obcym genem, mogą produkować preparaty, które dzisiaj pozyskiwane są na przykład z ludzkiej krwi. Już w latach 90. ubiegłego stulecia Komisja Europejska zaakceptowała dwie szczepionki: firmy Vemie Veterinar Chemie GmbH przeciwko chorobie Aujeszky'ego świń (podobnej do wścieklizny, która jest wywoływana przez herpeswirusa) oraz firmy Rhone Merieux przeciwko wściekliznie.

W Harvard Medical School prowadzone są obecnie badania z wykorzystaniem inżynierowanych genetycznie myszy w celu opracowania szczepionki, mającej chronić przed zakażeniami bakteriami z rodzaju *Chlamydia*. Mikroorganizmy te przenoszone są drogą płciową i powodują choroby układu moczowo-płciowego, poronienia i stany zapalne.

Od 2006 roku w mleku genetycznie zmodyfikowanych kóz produkowany jest preparat ATryn (antytrombina); ludzki czynnik krzepliwości krwi, pozwalający na kontrolę powstawania zakrzepów. W tym przypadku antytrombina pochodząca z mleka jednej kozy GM może zastąpić 90 000 ludzkich dawców krwi.

W ubiegłym roku argentyńscy naukowcy wyhodowali transgeniczne krowy, które wydzielają z mlekiem insulinę (jej niedobór prowadzi do cukrzycy, kwasicy ketonowej, a w niektórych przypadkach nawet do śpiączki). Badania te sponсорuje firma Bio Sidus, która prognozuje, że ludzka insulina otrzymywana poprzez mleko krowie będzie dostępna komercyjnie już za kilka lat. Tego typu insulina ma pomóc 200 mln diabetyków na całym świecie, a zaledwie 25 krów GM będzie w stanie wyprodukować wystarczającą ilość dla wszystkich diabetyków w Argentynie. Do tej pory wykorzystywano już genetycznie zmodyfikowane organizmy do produkcji insuliny, były to enterobakteria *Escherichia coli* oraz drożdże. W Polsce jedynym producentem rekombinowanej ludzkiej insuliny jest firma Bioton (rekombinowana znaczy tyle co, wyprodukowana w innym, niż ludzki, organizmie). Zanim firmy farmaceutyczne wprowadziły na rynek zrekombinowaną insulinę, chorzy na cukrzycę musieli korzystać z insuliny bydłowej, końskiej czy wieprzowej.

W ubiegłym roku w Institute of Molecular Plant Sciences w Edynburgu otrzymano kury GM, wytwarzające w białku jaja przeciwciała monoklonalne i ludzki interferon. Białka te wchodziły w skład leków wykorzystywanych w terapiach przeciw nowotworom i infekcjom wirusowym.

Możliwość oczyszczania środowiska

Genetycznie zmodyfikowany tytoń (jak i inne rośliny) oraz glony są w stanie trwale i ekonomicznie usuwać toksyczne metale ciężkie (m.in. rtęć czy kadm) z gleby i wody. Tytoń z wprowadzonym szczerzym genem kodującym metalotioneinę produkuje to białko w swoich korzeniach i dzięki temu może absorbować setki razy więcej jonów metali ciężkich z gleby niż niemodyfikowany tytoń. Glony GM są natomiast przyczepiane do nylonowej membrany, która zostaje zanurzona w zanieczyszczonej wodzie. Po zaabsorbowaniu metali ciężkich, roślina lub glon może zostać spalona, a metale ciężkie mogą być usunięte z popiołu.

Reakcje konsumentów, czyli dlaczego nadal mamy obawy?

W ostatnim 10-leciu wiele dyskutuje się na temat GMO. Dyskusja ta była szczególnie gorąca w naszym kraju w marcu 2008 r. Większość naukowców oraz przedstawi-

cieli przemysłu opowiada się za stosowaniem modyfikacji genetycznych roślin w medycynie, diagnostyce oraz do produkcji chemikaliów, biomateriałów i bioenergetyki.

Zwolennicy GMO wyliczają następujące korzyści:

- obniżenie kosztów produkcji żywności,
- możliwość zwiększania wartości odżywczej pokarmów,
- wydłużenie przechowalności warzyw i owoców,
- opracowanie żywności funkcjonalnej, szczepionek i innych tego typu produktów o właściwościach prozdrowotnych i leczniczych,
- stosowanie zabiegów uprawowych bardziej przyjaznych dla środowiska.

Z drugiej strony przeciwnicy GMO zwracają uwagę na kwestie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności GM, zagrożenie dla środowiska oraz aspekty etyczne. Większość badaczy uważa, że zastrzeżenia co do bezpieczeństwa zdrowotnego oraz zagrożenia dla środowiska są, z naukowego punktu widzenia, bezpodstawne. Przewodniczący Rady Gospodarki Żywnościowej prof. Stanisław Zięba stwierdza, że w skali świata „nie stwierdzono żadnego udokumentowanego przypadku negatywnego wpływu takich roślin na zdrowie człowieka”. Rośliny genetycznie zmodyfikowane nie szkodzą ani środowisku, ani człowiekowi. Taka sama sytuacja ma miejsce w przypadku zwierząt GM i żywności GM. Z badań PBS dla „Gazety Wyborczej” przeprowadzonych na grupie 1128 Polaków w dniach 7-9 marca 2008 r. wynika, że aż 60% ankietowanych uważa, iż spożywanie żywności GM może być szkodliwe dla zdrowia. Istnieje zatem ogromna potrzeba, aby polskiemu społeczeństwu zostały przedstawione rzetelne i sprawdzone informacje na temat GMO. Potrzebna jest zatem kampania edukacyjna, abyśmy zarówno my – konsumenci, jak i producenci, mieli możliwość podjęcia świadomego, opartego na naukowych faktach wyboru.

Źródła danych

Komisja Europejska/CORDIS, Plastics Information Europe, Science and Development Network, Krajowa Izba Biopaliw.

Praca finansowana z grantu MNiSW nr PZB-MNiSW-2/3/2006 i Lise-Meitner Grant M1074-B11, Austrian Science Foundation, FWF (K. Bąkowska-Żywicka)

Genetically modified organisms – economy and safety

Genetically modified organisms are commercially available for over 10 years. Many of the US consumers are used to it. In Europe, using GMOs is still controversial – even if GMO products are properly marked. The aim of this account is the presentation of benefits from GMO. Furthermore we present actual data concerning social-economic effects of GMO.

Key words: genetically modified organisms, GMO, biotechnology

Stanowisko Polskiej Federacji Biotechnologii (PFB) w sprawie projektu ustawy Prawo o GMO skierowane do Ministerstwa Środowiska

(http://www.pfb.p.lodz.pl/main/news_odslona.php?id=70)

Podstawowym celem naszych działań jest dążenie do optymalnej legislacji, która w najwyższym stopniu będzie sprzyjać postępowi nauki i rozwojowi społeczno-gospodarczemu Polski. Uważamy, że w Polsce jest możliwy rozwój biogospodarki, zgodnie z założeniami europejskiej koncepcji KBBE, czyli *knowledge based bio-economy*. Konieczne było opracowanie tego kolejnego projektu ustawy „Prawo o GMO” i aktualizacja polskiej legislacji z uwzględnieniem obecnej sytuacji ekonomicznej; jest to z pewnością sukces resortu. Jednakże przedstawiony projekt nie rozwiązuje zasadniczych kwestii legislacyjnych, które były podstawą odrzucenia przez Komisję Europejską (publikacja z 19 stycznia 2008 r.) poprzedniego projektu ustawy, a mianowicie: nie ma żadnych danych naukowych uzasadniających dążenie do utworzenia z naszego kraju „strefy wolnej od GMO”. Podtrzymywanie założeń „Ramowego stanowiska Rządu w sprawie GMO” z 2007 r. jest merytorycznie nieuzasadnione i wywoła skutki szkodliwe w sektorze badań i gospodarki dla naszego kraju i obywateli.

W szczególności przedstawiony projekt prowadzi do:

- 1) nierównego traktowania podmiotów zaangażowanych w rozwój biotechnologii naukowej i przemysłowej oraz ogromnego obciążenia biurokratycznego i finansowego potencjalnych producentów GMO (zwłaszcza dla celów przemysłowych, jak bioenergetyka i biomateriały);
- 2) ogromnego sformalizowania systemu nadzoru i kontroli, co wywoła koszty dla administracji państwowej oraz korupcjogenność;
- 3) nadmiernej biurokratyzacji prac w zakresie inżynierii genetycznej, co zwiększy pośrednio koszty, jak też spowoduje rezygnację z planowania rozwoju, zwłaszcza przez sektor przemysłu, a zatem ograniczy wdrażanie innowacyjnych technologii;
- 4) wzrostu zatrudnienia wyłącznie w aparacie biurokratyczno-kontrolnym, a nie w sferze nauki, innowacji i produkcji; biotechnologia przy tym systemie prawnym nie będzie stwarzać nowych miejsc pracy dla kadry o najwyższych kwalifikacjach. Przy takiej legislacji Polska nie jest i nie będzie, w dającej się przewidzieć przyszłości, producentem nowoczesnych biopreparatów (takich jak biomasa, bioenergia, bioplastiki, biofarmaceutyki), będziemy natomiast konsumentami produktów importowanych.

Nadal podtrzymujemy nasze uzasadnione obawy, wyrażane wielokrotnie wcześniej. Głęboko wierzymy, że nowy, poprawiony projekt ustawy będzie sprzyjał rozwojowi polskiej nauki, zarówno w sferze badań akademickich, jak i dydaktyki, oraz wdrożeniom polskich rozwiązań do praktyki przemysłowej. Legislacja życzliwa dla postępu nauki i techniki jest niezbędna.

Polska Federacja Biotechnologii