

KATARZYNA LISOWSKA, MIECZYSLAW CHORAŻY

Genetycznie zmodyfikowane uprawy i żywność – przegląd zagrożeń

Wprowadzenie

Każdy gatunek istot żywych powstały w wyniku około 4 mld lat ewolucji ma swoje znaczenie i funkcję w ekosystemie Ziemi i zapewnia jego równowagę. Często zapominamy, że przetrwanie i rozwój ludzkości są możliwe dzięki stałemu korzystaniu z usług świadczonych przez środowisko przyrodnicze [1]. Niestety, w ostatnich dziesięcioleciach ludzkość wykorzystuje co roku ponad 100% rocznych mocy produkcyjnych biosfery. Czytelną ilustracją tego zjawiska jest wymieranie gatunków. Eksploatacja ekosystemów musi zostać zrównoważona, jeżeli nie chcemy doprowadzić do katastrofy [2].

Żadne współczesne osiągnięcie człowieka (może poza wyzwoleniem energii atomowej i elektroniką informatyczną) nie wzbudziło tak powszechnego zainteresowania, emocji i skrajnych opinii, jak możliwości tzw. inżynierii genetycznej, pozwalające ingerować w mechanizmy dziedziczności organizmów. Ewolucja wytworzyła gatunki roślin, zwierząt i mikroorganizmów, z których każdy ma odrębną pulę genów. Odległe gatunki nie krzyżują się ze sobą w naturalnych warunkach. Technika inżynierii genetycznej pozwala na łamanie tego podstawowego prawa przyrody i wprowadzanie gatunkowo obcych genów, aby uzyskać genetycznie zmodyfikowane organizmy żywe, wyposażone w nowe cechy.

Genetycznie zmodyfikowane organizmy (GMO) są bardzo rozległym obszarem badawczej i gospodarczej działalności człowieka, obejmującym zarówno mikroorganizmy (bakterie, pleśnie, drożdże), rośliny (zboża, jarzyny, kwiaty ozdobne, drzewa owocowe, drzewa leśne), jak i zwierzęta (gryzonie, zwierzęta gospodarskie, ptaki, ryby, zwierzęta domowe). O ile genetyczne modyfikacje mikroorganizmów, a także (w bardzo rygorystycznych warunkach) niektórych roślin i niektórych zwierząt, mają swoje uzasadnienie gospodarcze (produkcja biopreparatów takich jak enzymy, szczepionki i in.) oraz naukowe, o tyle wprowadzanie do upraw polowych genetycznie zmodyfikowanych zbóż (dla produkcji pasz i żywności), traw, innych roślin oraz drzew (dla przemysłu papierniczego) wzbudza wiele zasadniczych, merytorycznych zastrzeżeń. Uprawy te nie są obojętne dla środowiska naturalnego; wątpliwości dotyczą także tego, czy żywność i pasza zmodyfikowana genetycznie są bezpieczne dla zdrowia. I wreszcie, niepokój budzi ekspansja

Dr hab. nauk przyr. Katarzyna Lisowska; prof. dr hab. n. med. Mieczysław Choraży, członek rzeczywisty PAN, Zakład Biologii Nowotworów Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie, Oddział w Gliwicach

rynkowa kilku potężnych koncernów agrochemicznych i stosowane przez nie praktyki patentowe.

Korporacje agrochemiczne

Kilka wielkich międzynarodowych korporacji, które produkują ziarno zbóż GM oraz środki owadobójcze i chwastobójcze, stosuje jednocześnie ścisłą ochronę patentową swoich produktów i prowadzi bardzo agresywną kampanię na rzecz pozyskiwania coraz większych obszarów ziemi dla upraw roślin GM, coraz bardziej uzależniając od siebie farmerów i rolników. Sprytnym hasłem marketingowym tych korporacji jest przewrotne zawołanie „nakarmimy głodujący świat”. Korporacje te w dążeniu do maksymalizacji zysków wykorzystują metodę nacisków politycznych i gospodarczych, wykorzystują organizacje międzynarodowe, państwowe agencje gospodarcze i intensywny lobbing. Takie działania generują negatywne zjawiska gospodarcze i społeczne, powodując utratę niezależności żywnościowej państw, są poważnym czynnikiem godzącym w naturalny ład w przyrodzie i mogą prowadzić do powstania nowego feudalizmu w obszarze produkcji rolnej. Najnowszy raport amerykańskiej Narodowej Akademii Nauk (NAS) podnosi też kwestię coraz bardziej ograniczonego dostępu rolników do ziarna siewnego odmian konwencjonalnych, potencjalne ryzyko wynikające z postępującej konsolidacji rynku nasion siewnych i patentowania tych nasion oraz potencjalne problemy społeczne związane z rozpowszechnianiem się upraw GMO, ale autorzy podkreślają, że kwestie te nie były dotąd analizowane w systematyczny sposób, a więc nie można wyciągać konstruktywnych wniosków. Generalne zastrzeżenia i stosunek do niekontrolowanych ingerencji korporacji w produkcję żywności opartej na odmianach GM ujęte są zasadą przezorności (*precautionary principle*). Wydaje się, że zbyt mało wiemy o złożonych mechanizmach i zasadach, na jakich funkcjonuje fenomen życia, i zbyt krótkie jest nasze doświadczenie z polowymi uprawami zbóż GM, aby tę zasadę ignorować.

Wydajność i opłacalność upraw GMO

Wyżywienie ludności i zwierząt hodowlanych jest podstawowym wymogiem przetrwania człowieka na Ziemi. Tymczasem większość analiz wykazuje, że plenność zbóż GM (kukurydza, rzepak i soja GM odporne, tj. tolerujące herbicyd, czyli rośliny HT – *herbicide tolerant*, lub zboża odporne na szkodniki, czyli noszące gen Bt) nie jest większa w porównaniu z plennością odmian tradycyjnych [3-5]. Co więcej, ceny ziarna odmian GM są w większości krajów (poza Argentyną) znacznie wyższe niż ziarna tradycyjnego. Wynika to z opłat licencyjnych (*technology fee*) wliczanych w cenę ziarna siewnego [3, 5, 6]. Najnowszy raport NAS [3] widzi największe korzyści z upraw GM w redukcji zużycia silnie toksycznych pestycydów na rzecz mniej toksycznego glifosatu (w uprawach roślin GM opornych na glifosat) oraz w rezygnacji z głębokiej orki stosowanej do zwalczania chwastów. Dlatego większy zysk rolnika uprawiającego odmiany GM wynika

(jeżeli ma miejsce) z obniżenia kosztów zakupu pestycydów i mniejszej pracochłonności upraw [3, 5]. Nie są to jednak zyski trwałe, zwłaszcza w świetle rosnącego problemu „superchwasztów” opornych na glifosat [3, 7] oraz szkodników nabierających oporności na toksynę Bt [8-12].

Zużycie pestycydów

Zastosowanie odmian GM w uprawie miało przynieść obniżenie zużycia pestycydów w rolnictwie. Przeczy temu raport Charlesa Benbrooka [7] podsumowujący 13 lat stosowania technologii GM w rolnictwie amerykańskim. W oparciu o oficjalne dane amerykańskiego Departamentu Rolnictwa raport wylicza znaczący wzrost zużycia glifosatu przy równoczesnym spadku zużycia innych herbicydów, jednak łączne zużycie wykazuje tendencję wzrostową.

Superchwasty

Nadużywanie jednego rodzaju herbicydu prowadzi do powstawania oporności chwastów na drodze różnych mechanizmów adaptacyjnych. Przykładem jest uzyskanie oporności na glifosat przez szarłat Palmera (*Amaranthus palmeri*) wskutek amplifikacji genu EPSPS kodującego enzym, którego funkcja ma być blokowana przez ten herbicyd [13]. Inne zjawisko to przenoszenie modyfikacji genetycznej przez zapylenie krzyżowe: zboża GM w czasie zapyłania przenoszą nowy gen do homologicznych gatunków zbóż tradycyjnych, a także na rośliny i chwasty pokrewne (14-16). Plaga superchwasztów jest szczególnie dotkliwa w Argentynie i USA, zmusza rolników do stosowania coraz większych dawek herbicydów oraz herbicydów bardziej toksycznych, a nawet do ręcznego usuwania chwastów czy wręcz do porzucania zachwaszczonych upraw [7].

Środowisko

Na obszarach upraw zbóż GM następuje stopniowa chemizacja gleby, spowodowana wielokrotnie większym zużyciem herbicydu w uprawach opornych na herbicyd lub gromadzeniem w glebie owadobójczych toksyn wydzielanych z systemów korzeniowych roślin z genem Bt. Toksyna Bt z roślin GM jest częstokroć wielokrotnie trwalsza niż taka sama toksyna stosowana dawniej w postaci oprysków – utrzymuje się ona w glebie ponad 200 dni. Są dowody na zaburzanie łańcucha pokarmowego organizmów glebowych, co prowadzi do redukcji różnorodności biologicznej, oraz dowody na giniecie w uprawach zbóż GM pożytecznych gatunków fauny. Poważnym zagrożeniem jest rozprzestrzenianie się transgenów w środowisku; nie da się dziś przewidzieć odległych skutków tego zjawiska. Liczne cytowania prac oryginalnych opisujących powyższe zagrożenia znajdują się np. w dokumentacji stanowiska rządów Francji, Luksemburga czy Niemiec wprowadzającego zakaz upraw kukurydzy MON810 w tych krajach [17-19].

Koegzystencja

Modyfikacje genetyczne rozprzestrzeniają się z roślin GM na odmiany tradycyjne poprzez „przepylenie”, a także wskutek mieszania się ziarna w skupie i podczas składowania czy poprzez ziarno zgubione w transporcie. Możliwe są także krzyżówki GM roślin uprawnych i blisko spokrewnionych gatunków chwastów (zwłaszcza w obrębie rodziny *Brassicaceae*). Zjawiska te są groźne dla środowiska i dla ekonomii, w tym dla przyszłości tradycyjnych upraw organicznych, zwłaszcza w takich krajach jak Polska, której tradycyjne uprawy i żywność z nich pochodząca cieszą się zasłużoną renomą. Wobec istnienia tych zagrożeń UE wydała ścisłe zalecenia [20] związane z tzw. koegzystencją zbóż GM ze zbożami tradycyjnymi. W warunkach polskich „koegzystencja zbóż GM i nie-GM” jest niemożliwa do stosowania i kontroli, bo rolnictwo nasze składa się głównie z gospodarstw mało- i średnioobszarowych, a rygory i skuteczność administrowania terenami rolnymi są niskiej jakości.

Koszty przestrzegania unijnych zaleceń dotyczących koegzystencji stanowią także o mniejszej opłacalności upraw GM w Europie. Jak czytamy w [3]: „raport rzuca światło na potencjalne koszty, jakie mogą ponosić rolnicy w związku z przyjęciem wytycznych UE dotyczących współistnienia – zakładających rozdzielenie upraw ekologicznych, tradycyjnych i GM. Główne rozważane środki to czyszczenie maszyn żniwnych, prowadzenie upraw GM w znacznej odległości od upraw tradycyjnych oraz wysiew odmian zwykłych w pasach buforowych wokół upraw GM oraz pośrodku (tzw. ostoje dla zachowania bioróżnorodności i zmniejszenia ryzyka powstawania oporności u chwastów i szkodników). Autorzy raportu oceniają, że środki te zwiększyłyby koszty ponoszone przez rolników uprawiających kukurydzę GM o 84 euro na hektar.”

Zdrowie

Osobnym problemem są zagrożenia wynikające ze spożywania żywności i pasz pochodzących ze zbóż GM. Pokutuje przekonanie, że „żywność GM jest doskonale przebadana i absolutnie bezpieczna”. W rzeczywistości komercjalizacja upraw i żywności GM przez amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków (FDA) dokonała się w oparciu o zasadę „zasadniczej równoważności”* , bez wykonywania testów toksykologicznych obowiązkowych w przypadku jakichkolwiek dodatków do żywności. Aprobaty FDA dla kolejnych produktów GM były wydawane na podstawie analiz i badań przedstawianych przez ich producentów. W sposób oczywisty rodzi to wątpliwości co do bezstronności tych analiz. Także obecnie wykonywane analizy dotyczące istniejących na rynku odmian i żywności GM są wykonywane w większości przez laboratoria koncernów agrochemicznych lub

* “Substantial equivalence – A concept, developed by OECD in 1991, that maintains that a novel food, for example, one that derives from genetic modification or engineering, should be considered the same as and as safe as a conventional food.” [21].

na ich zlecenie. Bardzo mało jest badań niezależnych. W ostatnich latach kilka niezależnych grup badaczy doniosło, że ziarna zbóż GM zawierających gen Bt (np. kukurydza MON810) wykazują toksyczne działanie na komórki nerki, wątroby [22], jelita [23], trzustki [24] i jądra gryzoni [25], problemem są także zagadnienia alergii związane ze spożywaniem pokarmów pochodzących z niektórych organizmów GM [26, 27]. Wątpliwości dotyczą także efektów odległych, w tym wpływających na płodność i zdrowie przyszłych pokoleń [28, 29]. Zbyt mało jest jednak badań długoterminowych, które mogłyby wykryć tego typu zagrożenia [30, 31].

Obcy DNA i uboczne skutki transgenezy

Biotechnolodzy uspokajają, że „obcy” DNA w roślinach transgenicznym jest nieszkodliwy, gdyż jest całkowicie trawiony. Jednak nie tylko DNA budzi obawy. Metody inżynierii genetycznej są nieprecyzyjne, otrzymywanie roślin GM może prowadzić do nieswoistej syntezy nowych, nieznanych białek i cząsteczek RNA powstających w roślinie jako niezamierzone produkty uboczne transgenezy. Są to potencjalne alergeny, toksyny, substancje antyodżywcze, regulacyjne RNA itp. Te efekty niemal zupełnie nie są badane. Wbrew zapewnieniom biotechnologów, konstrukt genowy używany w produkcji roślin transgenicznym nie zawsze jest kompletnie trawiony, może on docierać do jelit i być wchłaniany do krwi, bywa znajdowany w różnych narządach, może być wydzielany z mlekiem i przekazywany potomstwu [32-38]. Technologia produkcji roślin GM wymaga wprowadzenia wraz z wybranym obcym genem także innych, obcych fragmentów DNA: genu odporności na antybiotyki (jako markera selekcyjnego), fragmentów DNA wirusowego (jako promotora – sygnału aktywującego obcy gen), fragmentów DNA ułatwiających integrację konstrukt z DNA rośliny. Istnieje zatem ryzyko rozprzestrzeniania się antybiotykooporności na patogeny jelitowe czy nieswoistej aktywacji genów ludzkich. Mogą wystąpić trudne do przewidzenia odległe efekty biologiczne związane z transferem pomocniczych sekwencji DNA zawartych w wektorze (nośniku), a towarzyszących obcemu genowi (transgenowi). Warto też podkreślić, że wbrew rozpowszechnionym opiniom nie ma dotąd żadnych badań epidemiologicznych dotyczących wpływu żywności zawierającej składniki GM na zdrowie ludzi. Badań takich nie da się przeprowadzić w USA, gdzie żywność tego typu jest na rynku najdłużej (pierwsza komercjalizacja: pomidor Flavr Savr, 1994 r.), ponieważ żywność pochodząca z organizmów GM nie jest tam znakowana.

Lobbying korporacyjny

Zarówno potencjalne, jak i udowodnione zagrożenia ze strony upraw i żywności GM są stale deprecjonowane przez potentatów agrobiznesu i przedstawicieli przemysłu biotechnologicznego. Korporacje te łożą wielkie środki na lobbying, mają też znaczący

wpływ na środowiska naukowe i media. Ze sprawozdań finansowych firmy Monsanto wynika, że w 2009 roku firma przeznaczyła na lobbing blisko 9 mln dol., finansowała też oficjalnie kampanie wyborcze wielu amerykańskich polityków. W Polsce Robert Gabarkiewicz, wysoki urzędnik firmy Monsanto Polska jest równocześnie czołową postacią w stowarzyszeniu Polska Federacja Biotechnologii, które wypełnia misję propagowania upraw i żywności GM. Naukowcy związani z Polską Federacją Biotechnologii znani są z licznych wystąpień w mediach, zawsze w tonie promującym GMO. Aktywną promocją GMO zajmuje się także firma pod mylącą nazwą Niezależna Agencja Prasowa, która jest właścicielem domeny internetowej www.gbepolska.pl, zaś członkami grupy GBE Polska są firmy: BASF, Bayer CropScience, Dow AgroSciences, DuPont, KWS, Monsanto i Syngenta, czyli największe koncerny z branży biotechnologicznej, wytwarzające i sprzedające GMO. Te same firmy są członkami organizacji Biopol – Zielona Biotechnologia w Polsce (www.biopol.org.pl), która na swojej stronie internetowej oferuje „pomoc dla mediów w redagowaniu artykułów prasowych dotyczących zagadnienia GMO oraz branży biotechnologicznej”. Biopol chwali się również: „dzięki współpracy z firmami biotechnologicznymi oraz polskimi ministerstwami, posiadamy bezpośredni dostęp do rzetelnej informacji”. Jak się wydaje, tego typu powiązania odpowiadają za to, że problem zagrożeń związanych z GMO jest przemilczany przez media.

Sytuacja prawna

Do niedawna jedyną dopuszczoną do uprawy w Unii Europejskiej odmianą GM była kukurydza MON810 wytwarzająca toksynę Bt. W 2009 r. Komisja Europejska zezwoliła na uprawę zmodyfikowanego ziemniaka Amflora stworzonego na potrzeby przemysłu papierniczego. W Polsce obowiązuje ustawa Prawo o organizmach genetycznie zmodyfikowanych z 22 czerwca 2001 r., która nie reguluje kwestii komercyjnych upraw odmian GM. Istnieje luka prawna, gdyż obowiązuje co prawda zakaz obrotu GM materiałem siewnym, ale możliwy jest indywidualny import. To powoduje, że zachęceni intensywną reklamą rolnicy sprowadzają i wysiewają odmiany GM, przede wszystkim kukurydzę MON810, ale prawdopodobnie również odmiany Roundup Ready (odporne na herbicyd), które nie są dopuszczone do uprawy w UE. Polskie instytucje kontrolne nie zajmują się identyfikacją tych upraw ani oszacowaniem ich arealów. Uprawa odbywa się więc w sposób sprzeczny z wytycznymi UE, bez zachowania zasad dotyczących współegzystencji. Bez najmniejszych wątpliwości prowadzi to do rozprzestrzeniania się modyfikacji genetycznych w środowisku i zanieczyszczania tradycyjnego materiału siewnego. Sejm pracuje obecnie nad rządowym projektem nowej ustawy o GMO (druk 2547), który w swojej pierwotnej postaci dopuszczał komercyjne uprawy GMO i regulował ich zasady. Projekt ten był mocno krytykowany – przez lobby pro-GMO jako zbyt restrykcyjny, a przez innych, jako idący pod prąd aktualnym trendom unijnym, w sytuacji gdy

kolejne państwa wprowadzają zakazy upraw GM. Obecnie zakaz upraw kukurydzy MON810 obowiązuje w produjących krajach rolniczych – Francji i Niemczech, a także w Luksemburgu, Grecji, Austrii, na Węgrzech, w Bułgarii i we Włoszech. Irlandia oraz Walia prawie w 100% objęte są strefą wolną od GMO, zaś Anglia w blisko 50%. Także w Szwajcarii obowiązuje moratorium na uprawy GMO. Dnia 8 lipca 2010 r. zakończyła pracę sejmowa podkomisja rozpatrująca projekt nowej ustawy o GMO, której przewodniczył prof. Jan Szyszko. Podkomisja wprowadziła do projektu zasadnicze zmiany: zakaz obrotu GM materiałem siewnym i zakaz uprawy roślin GMO. Zaostrzono także maksymalne kary za łamanie prawa. Takie zapisy powodują, że ustawa staje się spójna z Ramowym stanowiskiem rządu z 2006 r., potwierdzonym w roku 2008, które zakłada, że Polska dąży do tego, aby być krajem wolnym od GMO w zakresie rolnictwa [39, 40]. Dalszy los i kształt ustawy zależy teraz od decyzji Parlamentu RP.

Krytyka rządowego projektu ustawy o GMO

Poniżej przedstawiono najważniejsze kierunki krytyki zawarte w opiniach nadesłanych do Komisji Ochrony Środowiska [41]:

- 1) Skutki uwalniania GMO do środowiska są dalekosiężne i nieodwracalne, a równocześnie znacznie groźniejsze od skutków powodowanych przez jakiekolwiek inne czynniki zagrażające obecnie bioróżnorodności i jakości środowiska, przy czym rzeczywista skala zagrożeń pozostaje wciąż nierozpoznana.
- 2) Koegzystencja upraw GM i tradycyjnych oraz ekologicznych jest *de facto* niemożliwa (zbyt wiele nieprzewidywalnych czynników decyduje o „ucieczce genów”, czyli o niekontrolowanym rozprzestrzenianiu się pyłku lub nasion oraz ze względu na rozdrobnioną strukturę agrarną polskiego rolnictwa); rolnictwo ekologiczne i transgeniczne wykluczają się.
- 3) Uprawa GMO jest sprzeczna z dalekowzrocznym interesem polskiego rolnictwa i przemysłu spożywczego; dopuszczenie odmian GMO uderzy w tradycyjny model polskiego rolnictwa, zagrozi konkurencyjnej pozycji polskiej żywności w UE, może doprowadzić do szybkiego wzrostu bezrobocia.

Konkluzje

Dopóki tak wiele sprzeczności i niejasności towarzyszy kwestii upraw GM oraz żywności wytworzonej z odmian GM, wydaje się, że w sferze legislacji należy bezwzględnie kierować się zasadą przezorności (*precautionary principle*). Równolegle należy zapewnić możliwość prowadzenia niezależnych i rzetelnych badań nad odległymi skutkami spożywania żywności GM przez ludzi i zwierzęta i nad wpływem roślin GM na środowisko, a także obserwować, jak kształtuje się bilans zysków i strat dla rolników i społeczeństw w tych krajach, które dopuszczają komercyjne uprawy odmian GM.

Literatura

- [1] *Millennium Ecosystem Assessment*, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. <http://www.maweb.org/>
- [2] Hails C. (ed.), *Living Planet Report*, WWF, Zoological Society of London and the Global Footprint Network, 2008, pp. 48.
- [3] National Research Council. 2010. *The Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*. Washington, DC: The National Academy Press.
- [4] *Economic Impact of Dominant GM Crops Worldwide: a Review*. EUR 22547 EN M. Gómez-Barbero, E. Rodríguez-Cerezo. EUROPEAN COMMISSION DG JRC-IPTS, Sustainability in Agriculture, Food and Health Unit December 2006.
- [5] *Failure to yield: Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops*. Doug Gurian-Sherman, Union of Concerned Scientists, April 2009.
- [6] *The Organic Center Critical Issue Report: The magnitude and impact of the biotech and organic organic seed price premium*, Charles Benbrook, December 2009.
- [7] *The Organic Center Critical Issue Report: Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Thirteen Years*, Charles Benbrook November 2009
- [8] Ferré J., Van Rie J. *Biochemistry and genetics of insect resistance to Bacillus thuringiensis*. Ann. Rev. Entomol. 2002; 47: 501-33. Review.
- [9] Griffitts J.S., Aroian R.V. *Many roads to resistance: how invertebrates adapt to Bt toxins*. Bioessays. 2005 Jun; 27(6): 614-24. Review.
- [10] Heckel D.G., Gahan L.J., Baxter S.W. et al. *The diversity of Bt resistance genes in species of Lepidoptera*. J. Invertebr. Pathol. 2007 Jul; 95(3): 192-7. Epub 2007 Mar 25. Review.
- [11] Downes S., Mahon R., Olsen K. *Monitoring and adaptive resistance management in Australia for Bt-cotton: current status and future challenges*. J. Invertebr. Pathol. 2007 Jul; 95(3): 208-13. Review.
- [12] Tabashnik B.E., Van Rensburg J.B., Carrière Y. *Field-evolved insect resistance to Bt crops: definition, theory, and data*. J. Econ. Entomol. 2009 Dec; 102(6): 2011-25. Review.
- [13] Gaines T.A., Zhang W., Wang D. et al. *Gene amplification confers glyphosate resistance in Amaranthus palmeri*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2010 Jan 19; 107(3): 1029-34.
- [14] Jenczewski E., Ronfort J., Chèvre A.M. *Crop-to-wild gene flow, introgression and possible fitness effects of transgenes*. Environ Biosafety Res. 2003 Jan-Mar; 2(1): 9-24. Review.
- [15] Arnaud J.F., Viard F., Delescluse M., Cuguen J. *Evidence for gene flow via seed dispersal from crop to wild relatives in Beta vulgaris (Chenopodiaceae): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages*. Proc. Biol. Sci. 2003 Aug 7; 270 (1524): 1565-71.
- [16] Gepts P., Papa R. *Possible effects of (trans)gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives*. Environ. Biosafety Res. 2003 Apr-Jun; 2(2): 89-103.
- [17] Federal Office for Consumer Protection and Food Safety (BVL), Berlin To Monsanto Europe S.A., Brussels 17 April 2009, Dr. Helmut Tschiersky-Schöneburg, President Federal Office for Consumer Protection and Food Safety Braunschweig, 17 April 2009.
- [18] Argumentaire à l'appui de la clause de sauvegarde des autorités luxembourgeoises relative à la mise en culture du maïs génétiquement modifié MON810 au titre de l'article 23 de la Directive 2001/18/CE modifiée.
- [19] Comité de préfiguration d'une haute autorité sur les organismes génétiquement modifiés institué par le décret n° 2007-1719 du 5 décembre 2007 Avis sur la dissémination du MON810 sur le territoire français.

- [20] Commission Recommendation of 23 July 2003 on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming (notified under document number C(2003) 2624).
- [21] Congressional Research Service: *Report for Congress: Agriculture: A Glossary of Terms, Programs, and Laws*, 2005 Edition – Order Code 97-905.
- [22] Séralini G.E., Cellier D., de Vendomois J.S. *New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity*. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2007 May; 52(4): 596-602.
- [23] Ewen S.W., Pusztai A. *Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus nivalis lectin on rat small intestine*. Lancet. 1999 Oct 16; 354(9187): 1353-4.
- [24] Magaña-Gómez J.A., Cervantes G.L., Yepiz-Plascencia G., de la Barca A.M. *Pancreatic response of rats fed genetically modified soybean*. J. Appl. Toxicol. 2008 Mar; 28(2): 217-26.
- [25] Vecchio L., Cisterna B., Malatesta M. et al. *Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean*. Eur. J. Histochem. 2004 Oct-Dec; 48(4): 448-54.
- [26] Vázquez R.I., Moreno-Fierros L., Neri-Bazán L. et al. *Bacillus thuringiensis Cry1Ac protoxin is a potent systemic and mucosal adjuvant*. Scand. J. Immunol. 1999 Jun; 49(6): 578-84.
- [27] Nordlee J.A., Taylor S.L., Townsend J.A. et al. *Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans*. N. Engl. J. Med. 1996 Mar 14; 334(11): 688-92.
- [28] Malatesta M., Biggiogera M. *Can a genetically-modified organism-containing diet influence embryo development? A preliminary study on pre-implantation mouse embryos*. Eur. J. Histochem. 2008 Oct-Dec; 52(4): 263-7.
- [29] *Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice*. Redakcja: A. Velimirov, C. Binter, J. Zentek. Zespół badawczy: N. Cyran, C. Güllý, S. Handl et al., Department/Universitätsklinik für Nutztier und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Forschungsinstitut für biologischen Landbau – FiBL.
- [30] Séralini G.E., de Vendomois J.S., Cellier D. et al. *How subchronic and chronic health effects can be neglected for GMOs, pesticides or chemicals*. Int. J. Biol. Sci. 2009 Jun 17; 5(5): 438-43. Review.
- [31] Domingo J.L. *Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2007; 47(8): 721-33. Review.
- [32] Tudisco R., Mastellone., Cutrignelli M.I et al. 2010, *Fate of transgenic DNA and evaluation of metabolic effects in goats fed genetically modified soybean and in their offsprings*. Animal 2010; doi:10.1017/S1751731110000728.
- [33] Chainark, P. (2008) *Availability of genetically modified feed ingredient II: investigations of ingested foreign DNA in rainbow trout Oncorhynchus mykiss*. Fisheries Science 74(2): 380-390(11).
- [34] Ran T., Mei L., Lei W. et al. (2009) *Detection of transgenic DNA in tilapias (Oreochromis niloticus, GIFT strain) fed genetically modified soybeans (Roundup Ready)*. Aquaculture Research, Vol. 40 (12): 1350-1357.
- [35] Mazza R., Soave M., Morlacchini M. et al. *Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues*. Transgenic Res. 2005 Oct; 14(5): 775-84.
- [36] Sharma R., Damgaard D., Alexander T.W. et al. *Detection of transgenic and endogenous plant DNA in digesta and tissues of sheep and pigs fed Roundup Ready canola meal*. J. Agric Food Chem. 2006 Mar 8; 54(5): 1699-709.

- [37] Schubbert R., Hohlweg U., Renz D., Doerfler W. *On the fate of orally ingested foreign DNA in mice: chromosomal association and placental transmission to the fetus*. Mol. Gen. Genet. 1998 Oct; 259(6): 569-76.
- [38] Netherwood T., Martín-Orúe S.M., O'Donnell A.G. et al. *Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract*. Nat. Biotechnol. 2004 eb; 22(2): 204-9.
- [39] *Ramowe stanowisko Polski dotyczące organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO)*, wersja z uwzględnieniem uwag Rady Ministrów 03. 04. 2006 r.
- [40] *Ramowe stanowisko Polski dotyczące organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO)*, dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 18 listopada 2008 r.
- [41] Dorota Stankiewicz, ekspert ds. systemu gospodarczego w Biurze Analiz Sejmowych: Analiza opinii i stanowisk, które wpłynęły do Komisji Ochrony Środowiska nt. rządowego projektu ustawy z druku 2547 oraz przygotowanie zestawienia propozycji przepisów w porównaniu do propozycji rządowych – uwagi szczegółowe (8. 03. 2010).

Genetically modified crops and food – short review of potential risks

Genetically modified crops, feed and foods are known from less than two decades. These products were introduced to the market based on the principle of substantial equivalence of traditional and transgenic varieties, without necessary risk assessment concerning its impact on environment and on health of humans and animals. Other potential risks are concerned with socio-economical aspects, with the structure and sustainability of agriculture, safety of food supply and corporate dominance. With our current knowledge of potential risks it is highly advisable to stick the legislative activities to the precautionary principle. This is well accepted by the growing range of European countries and it seems that Poland should follow this trend.

Key words: genetically modified organisms (GMO), GM crops, GM food and feed, environmental risk, health risk