

Dlaczego polskie ustawodawstwo nie powinno dopuszczać upraw genetycznie modyfikowanych? Jakie są potencjalne zagrożenia dla zdrowia i środowiska?

Uzasadnienie opinii nt. projektu ustawy „Prawo o organizmach genetycznie zmodyfikowanych”

Teza 1. Znaczna część badań, których autorzy zapewniają o nieszkodliwości GMO pochodzi z laboratoriów tych koncernów, które produkują odmiany transgeniczne i zarabiają na nich. Jest to klasyczny konflikt interesów: naukowiec zatrudniony przez koncern musi wybierać, czy ma być lojalny wobec pracodawcy, czy wobec społeczeństwa. Publikacje powstające w tych laboratoriach zawsze kończą się konkluzją, że żywność GM „jest bezpieczna i ma takie same wartości odżywcze jak konwencjonalna”.

Poniżej podaję przykłady takich publikacji. Na czerwono wyróżniłam afiliacje autorów – laboratoria badawcze koncernów (DuPont, Monsanto, Pioneer), które produkują i sprzedają odmiany GM roślin uprawnych.

1. Food Chem Toxicol. 2007 Apr;45(4):551-62. Epub 2006 Oct 4.

Thirteen week feeding study with transgenic maize grain containing event DAS-Ø15Ø7-1 in Sprague-Dawley rats.

MacKenzie SA, Lamb I, Schmidt J, Deege L, Morrissey MJ, Harper M, Layton RJ, Prochaska LM, Sanders C, Locke M, Mattsson JL, Fuentes A, Delaney B.

DuPont Haskell Laboratory, Newark, DE, USA.

Wyniki naszych badań wskazują, że GM kukurydza 1507 jest równie bezpieczna i pożywna jak zwykła kukurydza.

2. Food Chem Toxicol. 2004 Jun;42(6):1003-14.

Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn.

Hammond B, Dudek R, Lemen J, Nemeth M.

Monsanto Company, 800 N. Lindbergh, St Louis, MO 63167, USA.

Przedstawione badania potwierdzają, że kukurydza Roundup Ready jest równie bezpieczna i pożywna co istniejące konwencjonalne odmiany kukurydzy.

3. Food Chem Toxicol. 2008 Jun;46(6):2201-13. Epub 2008 Feb 29.

Subchronic feeding study of herbicide-tolerant soybean DP-356Ø43-5 in Sprague-Dawley rats.

Appenzeller LM, Munley SM, Hoban D, Sykes GP, Malley LA, Delaney B.

Pioneer Hi-Bred International, Inc., Johnston, IA, USA.

Wyniki przedstawionych badań wskazują, że soja 356043 jest równie bezpieczna i pożywna jak konwencjonalna niemodyfikowana soja.

Teza 2. Jest wiele prac badawczych, których autorzy dostrzegają niedoskonałość powszechnie stosowanych metod oceny wpływu żywności GM na zdrowie (testy są zwykle wyłącznie krótkoterminowe, wykonywane na dorosłych zwierzętach, a nie na rozwijających się, młodych osobnikach, bez oceny wpływu na kolejne pokolenia).

Na czerwono wyróżniłam najważniejsze konkluzje.

1. Food Chem Toxicol. 2007 Mar;45(3):350-63. Epub 2006 Sep 14.

A 90-day safety study in Wistar rats fed genetically modified rice expressing snowdrop lectin *Galanthus nivalis* (GNA).

Poulsen M, Kroghsbo S, Schrøder M, Wilcks A, Jacobsen H, Miller A, Frenzel T, Danier J, Rychlik M, Shu Q, Emami K, Sudhakar D, Gatehouse A, Engel KH, Knudsen I.

Department of Toxicology and Risk Assessment, Danish Institute for Food and Veterinary Research, Mørkhøj Bygade 19, DK-2860 Søborg, Denmark. mop@dfvf.dk

Zaobserwowano liczne znaczące różnice pomiędzy grupami zwierząt karmionymi GMO i konwencjonalnym ryżem, jednak zmian tych nie uznano za niekorzystne. Konkludując, [konstrukcja obecnie prowadzonych testów na zwierzętach nie pozwala ocenić bezpieczeństwa żywności GM.](#)

2. Food Chem Toxicol. 2007 Mar;45(3):339-49. Epub 2006 Sep 8.

A 90-day safety study of genetically modified rice expressing Cry1Ab protein (*Bacillus thuringiensis* toxin) in Wistar rats.

Schrøder M, Poulsen M, Wilcks A, Kroghsbo S, Miller A, Frenzel T, Danier J, Rychlik M, Emami K, Gatehouse A, Shu Q, Engel KH, Altosaar I, Knudsen I.

Department of Toxicology and Risk Assessment, Danish Institute for Food and Veterinary Research, Mørkhøj Bygade 19, DK-2860 Søborg, Denmark.

Badania nie wykazały szkodliwych czy toksycznych efektów ryżu KMD1. Jednakże obserwacje poczynione w trakcie tych badań prowadzą do konkluzji, że [ocena bezpieczeństwa i niezamierzonych efektów odmian GM nie są możliwe bez dodatkowych grup badanych.](#)

3. Allergy Asthma Proc. 2005 May-Jun;26(3):210-6.

Genetically modified and wild soybeans: an immunologic comparison.

Yum HY, Lee SY, Lee KE, Sohn MH, Kim KE.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Pochon CHA University, Pochon, Korea.

Aby ocenić, czy GM żywność wywołuje alergię [potrzeba więcej badań](#) [...]

Teza 3. Badacze, którzy mają odwagę publikować dane świadczące o szkodliwym wpływie odmian GM na zdrowie czy na środowisko stają się często przedmiotem niespotykanych ataków – głównie ze strony innych naukowców, a także w mediach, czy w internecie. Ich badania są oceniane niezwykle krytycznie i surowo, w przeciwieństwie do tych prac, które wykazują brak zagrożeń.

1. Lancet. 1999 Oct 16;354(9187):1353-4.

Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine.

Ewen SW, Puzstai A.

Comment in:

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1726; author reply 1726-7.

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1725; author reply 1726-7.

Lancet. 1999 Oct 16;354(9187):1314-5.

Lancet. 1999 Oct 16;354(9187):1315-6.

Lancet. 2001 Jan 27;357(9252):309-10.

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1728; author reply 1728-9.

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1725-6; author reply 1726-7.

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1729.

Lancet. 1999 Nov 13;354(9191):1729.

Proszę zwrócić uwagę, jaką potężną dyskusję (patrz wymienione wyżej komentarze i odpowiedzi autorów) wywołał ten artykuł! Po przedstawieniu wyników swoich badań (prowadzonych w ramach brytyjskiego rządowego projektu oceny bezpieczeństwa GMO) Arpad Pusztai stracił pracę w Instytucie Rowet w Aberdeen (Szkocja), był też przedmiotem niemiłkającej krytyki i szykan.

Dieta zawierająca GM ziemniaki z genem lektyny przebiśniegu powodowały nadmierny rozrost śluzówki żołądka szczurów. Zmiany te dotyczyły także jelit. Przypuszcza się, że przyczyną tych zmian była aktywność transgenu, ale także być może jakieś niezamierzone efekty transgenezy.

2. Nature 461, 27-32 (2009) Published online 2 September 2009

GM crops: Battlefield

Emily Waltz

Artykuł opisuje perypetie amerykańskiej badaczki Emmy Rosi-Marshall, która opublikowała w renomowanym czasopiśmie naukowym PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*) dane wskazujące, że toksyna Bt jest szkodliwa dla organizmów wodnych żyjących w pobliżu upraw transgenicznej kukurydzy.

Artykuły naukowe sugerujące, że uprawy GMO mogą mieć szkodliwy wpływ na środowisko wywołują grad ostrej krytyki ze strony innych naukowców. Pytanie, czy krytycy grają fair, zadała w swoim artykule Emily Waltz. Niektórzy naukowcy odpowiedzieli, że tego typu aktywność (ataki na publikacje krytyczne w stosunku do GMO) mogą wychodzić daleko poza normy akceptowane w dyskusji naukowej. To powoduje, że debata staje się bardzo gorąca i nienaukowa.

Problemy Emmy Rosi-Marshall zaczęły się 9 października 2007, kiedy jej artykuł ukazał się w PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*). Marshall razem z kolegami opisała, że larwy małych owadów wodnych - chruścików (*Trichoptera*), karmione kukurydzą Bt rosły o połowę mniejsze i umierały dwa razy częściej niż te karmione liśćmi czy pyłkiem zwykłej kukurydzy. [Marshall podsumowała: „GM kukurydza może mieć negatywny wpływ na ekosystem strumieni w rejonach rolniczych”](#).

W ciągu dwóch tygodni nastąpił niebывały atak, głównie ze strony innych naukowców, którzy pisali wściekłe listy do autorów publikacji, do redakcji PNAS i do instytucji, która finansowała badania Marshall (US National Science Foundation). Atak nastąpił także na forach internetowych. [Konkluzja redaktorki Nature: „Nikt, kto szuka spokojnego życia nie wdaje się w badania nad GMO”](#).

3. Nature. 2001 Nov 29;414(6863):541-3.

Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico.

Quist D, Chapela IH.

Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California, Berkeley 94720-3110, USA.

Comment in:

Nature. 2002 Jun 27;417(6892):897; author reply 897-8.

Nature. 2002 Jun 27;417(6892):897; author reply 897-8.

Nature. 2002 Oct 24;419(6909):772-6.

Nature. 2002 Apr 11;416(6881):602.

Nature. 2002 Apr 11;416(6881):601-2; discussion 600, 602.

Nature. 2005 Aug 11;436(7052):760.

Przeniesienie transgenu jest przedmiotem troski w odniesieniu do genetycznej różnorodności tradycyjnych odmian uprawnych oraz pokrewnych dzikich roślin, zwłaszcza w rejonach skąd te odmiany pochodzą, ponieważ ta różnorodność jest uważana za [kluczową sprawę dla zapewnienia globalnego bezpieczeństwa](#)

żywnościowego. Z tych powodów monitorowanie obecności transgenu w uprawach tradycyjnych odmian ma kluczowe znaczenie. W niniejszej pracy opisujemy wykrycie zanieczyszczeń genetycznych (transgenów z odmian GM) w rodzimych, tradycyjnych odmianach kukurydzy uprawianych w odległym rejonie górskim w stanie Oaxaca, który jest częścią mezo-amerykańskiej kolebki, skąd pochodzi i gdzie ewoluowała kukurydza wszystkich dziś znanych naturalnych odmian.

Autor tej pracy pokazał światu, że nie ma możliwości współistnienia odmian tradycyjnych i genetycznie modyfikowanych i że w końcu zostaną skażone wszystkie rezerwuary tradycyjnych odmian uprawnych i zniszczona bioróżnorodność, która daje nam gwarancję bezpieczeństwa żywnościowego. Autor natychmiast stał się obiektem bezprecedensowych ataków i krytyki. Stworzone zostały nawet wirtualne postaci dwóch fikcyjnych naukowców, którzy dyskredytowali autora na internetowych forach dyskusyjnych biotechnologów. Później odkryto, że komentarze te pisane były z komputerów należących do firmy Monsanto i obsługującej ją firmy PR (*public relations*).

Teza 4. Nie da się wykluczyć, że żywność GM może być szkodliwa dla zdrowia. Poniżej przytaczam kilka przykładów opisanego szkodliwego wpływu karmy GM na zdrowie zwierząt doświadczalnych: zaburzenia wzrostu i wagi, zmiany aktywności układu odpornościowego, zaburzenia ultrastruktury i/lub mechanizmów molekularnych w komórkach trzustki, wątroby, jąder.

1. Arch Environ Contam Toxicol. 2007 May;52(4):596-602. Epub 2007 Mar 13.

New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity.

Séralini GE, Cellier D, de Vendomois JS.

Committee for Independent Information and Research on Genetic Engineering CRIIGEN, Paris, France.

Karma zawierająca kukurydzę MON863, powodowała nieznaczne, lecz statystycznie znamienne i zależne od dawki (dose-dependent effect) różnice w przyroście masy ciała u szczurów. Samce były średnio o 3.3% mniejsze, a samice o 3.7% większe, niż zwierzęta karmione zwykłą kukurydzą. Zaobserwowano także objawy toksyczności wątrobowo-nerkowej (Przyp. KL: są to narządy odpowiedzialne za detoksyfikację) oraz wzrost poziomu trójglicerydów we krwi o 24-40% u samic i obniżenie poziomu sodu i potasu w moczu samców. Dłuższe badania są konieczne aby ocenić rzeczywisty charakter i rozmiar możliwych patologii. Obecnie nie da się stwierdzić, czy kukurydza MON863 jest bezpiecznym produktem.

2. J Fish Dis. 2007 Apr;30(4):201-12.

Evaluation of stress- and immune-response biomarkers in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different levels of genetically modified maize (Bt maize), compared with its near-isogenic parental line and a commercial suprex maize.

Sagstad A, Sanden M, Haugland Ø, Hansen AC, Olsvik PA, Hemre GI.

National Institute of Nutrition and Seafood Research, NIFES, Bergen, Norway.

Ryby karmione kukurydzą GM wykazywały znamienne niższy poziom enzymu katalazy w wątrobie i znamienne wyższy w jelicie. W wątrobie obserwowano także podwyższony poziom białek stresu komórkowego (HSP70). Ryby karmione GM miały też znamienne zmienioną ilość limfocytów i monocytów we krwi. in liver was significantly higher in fish fed GM maize compared with fish fed the reference diet. Konkluzja: ryby karmione GM kukurydzą wykazywały nieistotne zmiany ilości i aktywności białka HSP70, ale znaczące zmiany w populacji białych krwinek związanych z odpornością organizmu.

3. J Appl Toxicol. 2008 Mar;28(2):217-26.

Pancreatic response of rats fed genetically modified soybean.

Magaña-Gómez JA, Cervantes GL, Yepiz-Plascencia G, de la Barca AM.

Coordinación de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
A.C. P.O. Box 1735, Sonora 83000, Mexico.

Myszy karmione GM soją nie wykazywały odchyień wagi i wzrostu, jednak obserwowano [zaburzenia w mikroskopowej strukturze trzustki](#). Mechanizm tego zjawiska jest nieznan.

4. Eur J Histochem. 2004 Oct-Dec;48(4):448-54.

Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean.

Vecchio L, Cisterna B, Malatesta M, Martin TE, Biggiogera M.

Dipartimento di Scienze Morfologico-Biomediche, Sezione di Anatomia e Istologia,
University of Verona, strada Le Grazie 8, 37134, Verona, Italy.

Jądra zwierząt doświadczalnych są swoistym bioindykatorem wrażliwym na różnego rodzaju zanieczyszczenia i toksyny. U myszy karmionych GM soją zaobserwowano [przejściowe zmiany aktywności niektórych genów](#) w komórkach Sertoliego, spermatogoniach i spermatocytach. [Zaburzenia struktury chromatyny i błony jądrowej oraz rozrost siateczki śródplazmatycznej](#) miały charakter nieprzemijający. Być może przyczyną tych zjawisk jest pozostałość herbicydu w ziarnach soi (a nie transgen).

Teza 5. Nasuwają się podejrzenia, że karma/żywność GM może upośledzać płodność. Takie wnioski wynikają m.in. z prac badawczych zleconych przez rząd Austrii. Kierując się zasadą przezroczności, rząd Austrii wprowadził zakaz upraw kukurydzy MON810, wykorzystując jako uzasadnienie raport z tych badań.

1. Raport z badań zleconych przez rząd Austrii (Nov. 2008).

Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice

[Opierając się na wynikach tego raportu rząd Austrii wprowadził zakaz upraw kukurydzy MON810.](#)

Redakcja: Dr. A. Velimirov, Dr. C. Binter, Univ. Prof. Dr. J. Zentek.

Zespół badawczy: N. Cyran, Dr. C. Güllly, Dr. S. Handl, G. Hofstätter, F. Meyer, Dr. M. Skalicky, Prof. Dr. R. Steinborn

Department/Universitätsklinik für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin,
Forschungsinstitut für biologischen Landbau – FiBL

Test RCAB wykazał [negatywny wpływ GM kukurydzy na płodność myszy](#) w 3 i 4 pokoleniu zwierząt doświadczalnych. Zaobserwowano także [zmiany obrazu mikroskopowego niektórych organów](#). Badania techniką mikromacierzy DNA wykazały zmianę ekspresji genów związanych z przekaźnictwem sygnału komórkowego przez interleukiny, z metabolizmem białek i syntezą cholesterolu. Wyniki te potwierdzono metodą ilościowej reakcji PCR. **Konkluzja:** [potrzebne są dalsze badania](#) nad wpływem transgenicznej diety na organizm.

2. Eur J Histochem. 2008 Oct-Dec;52(4):263-7.

Can a genetically-modified organism-containing diet influence embryo development? A preliminary study on pre-implantation mouse embryos.

Cisterna B, Flach F, Vecchio L, Barabino SM, Battistelli S, Martin TE, Malatesta, M, Biggiogera M.

Dipartimento di Biologia Animale, Laboratorio di Biologia Cellulare e
Neurobiologia, ed Istituto di Genetica Molecolare del CNR, University of Pavia, Italy.

Badania nad embrionami myszy karmionych GM soją wykazały zaburzenia niektórych mechanizmów molekularnych (transkrypcja pre-mRNA, wycinanie intronów i dojrzewanie pre-mRNA). (Przyp. KL: Te mechanizmy decydują o prawidłowym rozwoju zarodka).

3. Histochem Cell Biol. 2008 Nov;130(5):967-77. Epub 2008 Jul 22.

A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing.

Malatesta M, Boraldi F, Annovi G, Baldelli B, Battistelli S, Biggiogera M, Quaglino D.

Dipartimento di Scienze Morfologico-Biomediche, Sezione di Anatomia e Istologia,
University of Verona, strada Le Grazie 8, 37134, Verona, Italy.

Nasze badania wskazują, że GM soja może wpływać niekorzystnie na niektóre funkcje wątroby, zwłaszcza w procesie starzenia się. Mechanizm tego zjawiska pozostaje nieznany, należy jednak podkreślić konieczność dalszych badań nad długoterminowymi skutkami diety zawierającej GMO, która może dawać łączny niekorzystny efekt razem z ksenobiotykami, stresem i efektami starzenia się organizmu.

Teza 6. Żywność z roślin transgenicznych może powodować alergie u zwierząt i u ludzi.

1. Scand J Immunol. 1999 Jun;49(6):578-84.

Bacillus thuringiensis Cry1Ac protoxin is a potent systemic and mucosal adjuvant.

Vázquez RI, Moreno-Fierros L, Neri-Bazán L, De La Riva GA, López-Revilla R.

Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Havana, Cuba.

Wykazaliśmy, że toksyna Cry1Ac (Bt) jest silnym czynnikiem wyzwalającym reakcję odpornościową (immunogenem). Obecnie pokazujemy, że białko Cry1Ac jest równie silnym adjuwantem jak toksyna cholery. Pod wpływem białka Cry1Ac zwiększa się ilość immunoglobuliny IgG w surowicy i w jelicie. Autorzy proponują, że toksyna Cry1Ac może być używana przy produkcji szczepionek jako czynnik wspomagający ich działanie (przyp. KL: tw. adjuwant nasilający ogólną reakcję układu odpornościowego).

2. N Engl J Med. 1996 Mar 14;334(11):688-92.

Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans.

Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK.

Department of Food Science and Technology, University of Nebraska, Lincoln,
8583-0919, USA.

Comment in:

N Engl J Med. 1996 Mar 14;334(11):726-8.

Naturalna soja zawiera stosunkowo niewiele aminokwasu metioniny. Aby zwiększyć wartość odżywczą soi wprowadzono do niej gen kodujący bogate w metioninę białko albuminy 2S z orzecha brazylijskiego (*Betholletia excelsa*). Badania wykazały, że osoby uczulone na orzechy brazylijskie wykazują reakcję alergiczną na transgeniczną soję. Konkluzja: Alergen z rośliny o właściwościach uczulających może zostać sztucznie przeniesiony do żywności GM za pomocą technik inżynierii genetycznej.

Teza 7. Żywność GM nie jest tak dobrze przebadana pod względem jej bezpieczeństwa, jak się powszechnie sądzi. Przy dopuszczeniu do obrotu odmian GM przyjęto zasadę „zasadniczej równoważności”, która stanowi, że żywność GM i tradycyjna, są „równoważne”. Dzięki temu producenci odmian i żywności GM są zwolnieni z obowiązku wykonywania badań toksykologicznych. Niektórzy

naukowcy zgłaszają poważne wątpliwości, czy metody oceny ryzyka związanego z GMO są wystarczające, czy instytucje odpowiedzialne za autoryzację odmian GMO nie wykazują zbyt dużej niefrasobliwości?

1. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007;47(8):721-33.

Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature.

Praca przeglądowa (przeгляд literatury, review) omawiająca 68 innych publikacji naukowych.

Domingo JL.

Laboratory of Toxicology and Environmental Health, School of Medicine, Rovira I

Virgili University, San Lorenzo, Reus, Spain.

Zgodnie z raportami WHO (Światowej Organizacji Zdrowia) wszystkie produkty GM, które są aktualnie dopuszczone na rynek międzynarodowy, przeszły ocenę ryzyka przeprowadzoną przez właściwe instytucje w poszczególnych państwach i nie wykazano żadnego ryzyka dla ludzkiego zdrowia. Mimo tych stanowczych deklaracji, można ze zdumieniem zauważyć, jak mało jest artykułów naukowych omawiających badania nad toksycznością/szkodliwością GMO dla zdrowia ludzi i zwierząt.

W niniejszej pracy przeglądowej (review) omówiono badania innych autorów nad GM ziemniakami, kukurydzą, soją, ryżem, pomidorami, papryką, grochem, i rzepakiem. Nasz przegląd literatury wykazał, że jest bardzo mało danych eksperymentalnych dotyczących bezpieczeństwa żywności GM. Większość opublikowanych badań to krótkotrwałe testy żywieniowe, bardzo ograniczone są badania toksykologiczne. Gdzie są długoterminowe badania toksykologiczne?

Poważne wątpliwości budzi zasada zasadniczej równoważności (substantial equivalence), która ma rzekomo gwarantować bezpieczeństwo żywności GM. Dlaczego przyjęto założenie, że dwie odmiany, tradycyjna i GM, są równie bezpieczne dla zdrowia, jeżeli tylko charakteryzują się taką samą wartością odżywczą?

Jako konkluzję należałoby zadać pytanie: Gdzie właściwie są naukowe dowody, że żywność genetycznie modyfikowana jest bezpieczna pod względem toksykologicznym, jak nas zapewniają firmy biotechnologiczne powiązane z rynkiem żywności GM?

Wnioski z tego przeglądu literatury pozostają w zgodzie z wnioskami przedstawionymi wcześniej w pracach Zdunczyk (2001), Bakshi (2003), Pryme i Lembecke (2003) oraz Domingo i Gomez (2000).

2. Biotechnol Annu Rev. 2004;10:85-122.

Public health issues related with the consumption of food obtained from genetically modified organisms.

Paparini A, Romano-Spica V.

University of Rome Foro Italico (IUSM), Rome, Italy.

Czy przemysł GMO i GM żywność są bezpieczne dla ludzkiego zdrowia? Wciąż pewne pytania pozostają otwarte, a odpowiedzi i rozwiązania leżą w gestii naukowców, polityków i w sferze osobistych przekonań.

Teza 8. Instytucje które decydują o dopuszczeniu GMO do obrotu przerzucają odpowiedzialność za skutki (zarządzanie ryzykiem) na inne podmioty. Prawa konsumentów i rolników tradycyjnych oraz ekologicznych nie są należycie zabezpieczone. Niestety, podobnie skonstruowane są nowe polskie regulacje (projekt ustawy).

1. Environ Biosafety Res. 2006 Oct-Dec;5(4):201-3. Epub 2007 Jul 20.

9th International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms.

Session VII: Risk management and monitoring.

Schiemann J.

Institute for Plant Virology, Microbiology and Biosafety, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Messeweg 11-12, 38104 Braunschweig, Germany.

Pod względem prawnym ocena ryzyka i zarządzanie ryzykiem związanym z GMO są traktowane jako oddzielne zagadnienia. Ocena ryzyka pozostaje w sferze nauki, a w zarządzaniu ryzykiem można brać pod uwagę dodatkowe aspekty, np. społeczno-ekonomiczny czy etyczny. Zarządzanie ryzykiem związanym z GMO nie należy do obowiązków EFSA (Europejska Agencja do Spraw Bezpieczeństwa Żywności, European Food Safety Authority), lecz pozostaje w gestii Komisji Europejskiej i krajów członkowskich. (Komentarz KL: Czy EFSA umywa ręce od konsekwencji?)

2. Crit Rev Food Sci Nutr. 2007;47(4):335-61.

The politics and science behind GMO acceptance.

Varzakas TH, Arvanitoyannis IS, Baltas H.

T. H. Varzakas Technological Educational Institute of Kalamata, School of

Agricultural Sciences, Department of Processing of Agricultural Products, Hellas, Greece.

Na przestrzeni ostatnich 15 lat seria skandali związanych z bezpieczeństwem żywności (BSE, dioksyny, pryszczycyca, ptasia grypa) bardzo silnie podkopała zaufanie społeczne do producentów i przetwórców żywności oraz wiarę w ich determinację, aby produkować zdrową żywność. GMO to nowa troska o bezpieczeństwo żywności - która mimo sprzeciwu organizacji pozarządowych wkroczyła w nasze życie bez odpowiednich zabezpieczeń prawnych chroniących konsumentów. GMO jest przedmiotem olbrzymiej międzynarodowej debaty, jako że dotyczy zarówno zagadnień naukowych, ekonomicznych, społecznych, ideologicznych i ludzkich.

Teza 9. Uprawy odmian GMO mogą stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego. Zaobserwowano, że toksyna Bt rozprzestrzenia się z pyłkiem roślin transgenicznych na odległość wielu kilometrów. Toksyna Bt jest szkodliwa dla wielu organizmów tzw. niedocelowych (motyli, biedronek, innych owadów, organizmów glebowych itp.). W niektórych przypadkach tylko 5 ziaren pyłku zawiera śmiertelną dawkę toksyny. Toksyna Bt może więc być niebezpieczna dla gatunków prawem chronionych i ginących, a także dla organizmów, które są odpowiedzialne za właściwą strukturę i jakość gleby oraz dla organizmów, które są ważnym ogniwem w łańcuchu pokarmowym (stanowią pokarm innych pożytecznych czy chronionych zwierząt). Problemem jest też zjawisko „ucieczki genów” z odmian transgenicznych do ich naturalnych odpowiedników lub roślin pokrewnych. W chwili obecnej trudno oszacować przyszłe skutki tego zjawiska.

1. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2003 Jun 29;358(1434):1163-70.

Current knowledge of gene flow in plants: implications for transgene flow.

Ellstrand NC.

Department of Botany and Plant Sciences, and Center for Conservation Biology,

University of California, Riverside, CA 92521-0124, USA. ellstrand@ucr.edu

Wyobrażenie o zjawisku przepływu genów u specjalistów ewolucji roślin przeszło rewolucję w ciągu ostatnich 25 lat. Wewnątrzgatunkowy przepływ genów jest zjawiskiem zadziwiająco częstym i zachodzi na zaskakująco dużych odległościach. Na przykład, dwustopniowe zapylenie krzyżowe (pomiędzy dwiema odmianami transgenicznymi i jedną naturalną) doprowadziło do powstania w sposób spontaniczny (w naturze), rzepaku odpornego na dwa rodzaje (Hall et al. 2000). Co prawda istnieją herbicydy pozwalające zniszczyć takie nowe (super)chwasty, jednak kiedy pojawiają się one na polu z inną transgeniczną uprawą odporną na herbicydy rolnicy zaczynają mieć kłopoty. Drugi przykład to wykrycie

transgenów w tradycyjnych odmianach kukurydzy uprawianej w Meksyku, mimo, że kraj ten od lat ma moratorium na GMO (Alvarez Morales 2002). Te odkrycia rodzą pytanie, czy w ogóle jesteśmy w stanie kontrolować ucieczkę transgenów od momentu, kiedy nastąpi uwolnienie do środowiska (komercjalizacja) transgenicznej odmiany (Hodgson 2002).

2. Opracowanie Federalnego Biura Ochrony Konsumentów i Bezpieczeństwa Żywności w Berlinie, 17.04.2009

Rząd Niemiec (minister rolnictwa Ilse Aigner), kierując się zasadą przezorności, wprowadził w kwietniu 2009 r. zakaz uprawy kukurydzy MON810. Poniższe opracowanie zostało przedstawione przez niemieckie Federalne Biuro Ochrony Konsumentów i Bezpieczeństwa Żywności, jako uzasadnienie wprowadzonego zakazu upraw GMO. Wydaje się, że nie ma przeszkód, aby podobne uzasadnienie przygotować dla Polski. Ekosystemy Polski i Niemiec, w dużej części mają zbliżony charakter, więc część przedstawionych przez niemieckich naukowców danych, może mieć charakter uniwersalny. Z pewnością jednak potrzebne są polskie badania zlecone przez rząd, wykonane przez niezależnych naukowców – aby ocenić potencjalne zagrożenia dla środowiska naturalnego w Polsce.

Ekspozycja na toksynę Bt

Obecnie wiadomo, że toksyna Bt może osiągać wysokie stężenia troficzne (odżywcze) (Haarwood et al. 2005; Zwahlen & Andow 2005; Obrist et al. 2006; Harwood et al. 2007). Stężenia te mogą być takie same lub wyższe niż w tkance roślin GM (np. Dutton et al. 2002: *Tetranychus urticae*; Obrist et al. 2006: *Frankiniella tenuicornis*). Dostępne dane naukowe wykazały, że występuje długoterminowe zanieczyszczenie toksyną Bt (Cry1Ab) na polach, co ma wpływ na organizmy niedocelowe różnych grup taksonomicznych. Białko Cry1Ab z kukurydzy MON810 rozprzestrzenia się poprzez pyłek w znacznie większej ilości, niż wcześniej przypuszczano (Hofmann 2007). Inaczej niż czysta toksyna Bt (używana jako naturalny pestycyd), białko Bt zawarte w pyłku roślin nie rozkłada się pod wpływem światła UV. Kilka analiz (Tapp & Stotzky 1998, Crecchio & Stotzky 1998, 2001) wykazało długotrwałe utrzymywanie się toksyny w glebie (ponad 200 dni). Badania nad rozkładem roślin kukurydzy GM wykazały ponownie, że w klimacie umiarkowanym białko Bt wykazuje długotrwałą stabilność w glebie (ponad 200 dni) (Zwahlen et al. 2003). Baumgarte & Tebbe (2005) oraz Hopkins & Gregorich (2004) przedstawili podobne dane dla Niemiec i Kanady. Zwahlen et al. (2003) wykazał, że orka spowalnia rozkład Bt, a w zimie rozkład toksyny w ogóle się zatrzymuje. Toksyna Bt przedostaje się do ekosystemów wodnych poprzez zanieczyszczone wody powierzchniowe z pól, pyłek i resztki roślin uprawnych. Nowe badania pokazały, że woda i osady denne mogą zatrzymywać znaczne ilości toksyny Bt z pól uprawnych (Douville et al. 2007; Rosi-Marshall et al. 2007).

Eko-toksyczność Bt

Organizmy warstwy powierzchniowej. Marvier et al. (2007) wykazał w swojej meta-analizie, że toksyna Bt z kukurydzy GM ma słabszy efekt toksyczny na stawonogi niż toksyna Bt stosowana do oprysków (pestycyd naturalny), ale większy – niż w przypadku tradycyjnej, nieopryskiwanej kukurydzy.

Motyle. Białko Cry1Ab oddziałuje nie tylko na organizm docelowy (szkodnik omacnica prosowianka, *Ostrinia nubilalis*) ale również na inne gatunki motyli. Toksyna Bt przenosi się z pyłkiem roślinnym co najmniej na odległość 2 km (Hofmann 2007). Pyłek jest także roznoszony przez motyle. Larwy odżywiające się liśćmi zjadają pyłek z toksyną Bt. Wykazano, że w Niemczech i Austrii występuje nakładanie się rejonów uprawy kukurydzy i bytowania różnych gatunków motyli w różnych stadiach rozwojowych (Schmitz et al. 2003; Traxler et al. 2005). Wykazano, że liczne organizmy niedocelowe są wrażliwe na toksyny Cry1 (Losey et al. 1999; Hansen-Jesse Obyrcki 2000; Hellmich et al. 2001; Zangerl et al. 2001; Felke et al. 2002; Dively et al. 2004; Mattila et al. 2005; Lang & Vojtech 2006). Chociaż pyłek kukurydzy MON810 zawiera dość niską ilość białka Cry1Ab, także wpływa on szkodliwie na organizmy niedocelowe (Dively et al. 2004). Badania wykonane w Instytucie Juliusa Kühna wykazały, że jednorazowe spożycie 5 ziaren pyłku kukurydzy Bt176 daje efekty subletalne u larw motyli (Felke & Langenbruch 2001, 2003, 2005; Felke et al. 2002). Badania tej grupy pokazały również szkodliwość pyłku dla larw motyli

rusalki (*Inachis io*) i rusalki pokrzywnika (*Aglais urticae*) z siedlisk w pobliżu upraw GM kukurydzy. Są także dane wskazujące wysoką szkodliwość pyłku Bt176 dla pазia królowej (*Papilion machaon*) Lang & Vojtech (2006). Wykazano, że 30% larw tych motyli ginie po zjedzeniu zaledwie ok. 9 ziaren pyłku. Toksyna Bt upośledza także różne parametry istotne dla żywotności motyli, np. rozpiętość skrzydeł (Lang & Vojtech 2006). Marvier et al. (2007) wykazał, że niedocelowe gatunki motyli były znamienne uszkodzane przez toksynę Cry1Ac z transgenicznej bawełny.

Chrząszcze. Znamienne zwiększoną śmiertelność obserwowano u larw biedronki dwukropki (*Adalia bipunctata*) karmionych toksynami Cry1Ab i Cry3Bb (Schmidt et al. 2009). Cry1Ab występuje w kukurydzy MON810. Wyniki badań wskazują, że śmiertelność larw była bezpośrednio spowodowana toksyną Bt.

Organizmy glebowe. Wykazano szkodliwy wpływ toksyny Bt na saprofityczne larwy muchówek (Przyp. KL: organizmy ważne dla właściwej struktury gleby) (Büchs et al. 2004).

Organizmy wodne. Dwie nowe prace wskazują na potencjalne ryzyko dla niedocelowych organizmów wodnych. Rosi-Marshall et al. (2007) wykazała, że larwy chruścików (*Trichoptera*) żyjące w sąsiedztwie upraw kukurydzy są narażone na toksynę Bt. Wykazano wyższą śmiertelność i dłuższy czas potrzebny do osiągnięcia dojrzałości (do 50%) przy stężeniu pyłku o takiej samej skali jak te występujące w naturze. Chruściki są obecne w większości śródlądowych ekosystemów wodnych i odgrywają zasadniczą rolę w łańcuchu pokarmowych tych ekosystemów. Kolejna praca pokazuje, że toksyna Cry1Ab ma szkodliwy wpływ na rozwielitki (*Daphnia magna*). Břhn et al. (2008) zaobserwował zmniejszoną przeżywalność i przyspieszone wejście w okres reprodukcyjny u rozwielitek karmionych mieloną kukurydzą MON810. Badacze postulują, że obserwowana toksyczność wynika nie z obniżonej wartości odżywczej, lecz bezpośrednio z toksyczności białka Bt.

Gatunki rzadkie i zagrożone oraz obszary chronione. Średnia ilość pyłku Bt w odległości 340 m od pól kukurydzy wynosi 5 ziaren na cm². Larwy motyli różnych gatunków zjadają podczas żerowania od ok. 1 do 2 cm² liścia. Ponieważ obserwowano śmiertelne skutki już przy jednorazowym spożyciu 5 ziaren pyłku Bt (Felke et al. 2002; Felke & Langenbruch 2005; Lang & Vojtech 2006), należy zbadać potencjalny wpływ pyłku Bt na niedocelowe motyle w obszarze kilkuset metrów od pól kukurydzy. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do gatunków zagrożonych, ponieważ w Europie obszary rolnicze są często położone w bezpośrednim sąsiedztwie obszarów chronionych lub są zaliczane do terenów ekologicznie wrażliwych (Lang 2004). Wstępne szacunki wskazują, że 7% dużych motyli (97 gatunków) występuje głównie na terenach rolniczych i jest potencjalnie narażonych na toksyczność pyłku Bt. Schmitz et al. 2003 wykazali, że 38% spośród tych 97 gatunków to gatunki rzadkie lub zagrożone.

2. Ecotoxicol Environ Saf. 2008 Jun;70(2):327-33. Epub 2008 Feb 21.

Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)?

Ramirez-Romero R, Desneux N, Decourtye A, Chaffiol A, Pham-Delègue MH.

Instituto de Ecologia A.C., Km. 2.5 Carretera Antigua a Coatepec No. 351 El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, Mexico.

Nasze wyniki wskazują, że transgeniczne uprawy, które produkują białko Cry1Ab w stężeniu 5000 ppb moga upośledzać wydajność pobierania pokarmu i zdolność uczenia się pszczoły miodnej. (Przyp. KL: ta cecha decyduje o zdolności odnajdywania drogi do źródła pożywienia i drogi powrotnej do ula).

Teza 10. Otrzymywanie roślin transgenicznych metodami inżynierii genetycznej jest procesem dalekim od doskonałości i nie daje się w pełni kontrolować. Dzięki nowym technikom biologii molekularnej (proteomika, genomika, metabolomika), mamy coraz więcej dowodów, jak rozległe zmiany w roślinie powoduje transgeneza. Taka ingerencja w genom rośliny, oprócz pożądanej cechy, powoduje także wiele

niezamierzonych zjawisk, niekiedy trudnych do wykrycia. W genomie roślin transgenicznych powstają mutacje, które mogą prowadzić do powstawania nowych nieznanymi substancji (np. rekombinowanych białek, nowych cząsteczek RNA). W świetle tej wiedzy, teza o „zasadniczej równoważności” roślin tradycyjnych i transgenicznych brzmi coraz bardziej fałszywie. Istnieje także ryzyko związane z używaniem w wektorach sekwencji pochodzenia wirusowego oraz genów oporności na antybiotyki (jedynie w odniesieniu do ostatniego zagadnienia obecny projekt ustawy proponuje należyte środki ostrożności). Niedawno stwierdzono także, że DNA wektorów używanych do transgenezy może przetrwać w przewodzie pokarmowym i być pobierany przez żyjące tam bakterie.

1. J Appl Genet. 2006;47(4):277-86.

Unintended consequences of plant transformation: a molecular insight.

Filipecki M, Malepszy S.

Department of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, Warsaw Agricultural University, Warszawa, Poland

Niniejszy artykuł zawiera przegląd 84 innych prac naukowych. Artykuł ten stanowi niezwykle cenne, wyczerpujące omówienie niezamierzonych efektów wywołanych poprzez manipulacje genetyczne w roślinach transgenicznych. Dość zaskakujące są natomiast konkluzje autorów, którzy stwierdzają jedynie, że rośliny mają wielkie zdolności adaptacyjne i dobrze znoszą nawet poważne zaburzenia w swoim materiale genetycznym, w związku z tym, niezamierzone efekty nie powinny nikogo martwić. Brakuje niestety omówienia i refleksji na temat potencjalnego wpływu powstających w roślinach GM nowych metabolitów na zdrowie konsumentów. Poniżej znajduje się moje omówienie tego artykułu (nie jest to wierne tłumaczenie, lecz rodzaj skrótu).

W procesie produkcji roślin transgenicznych jest wiele etapów, które prowadzą do powstawania mutacji i innych niezamierzonych efektów. Te zjawiska są związane z 1) miejscem wbudowania się obcego genu do genomu rośliny i 2) z procesem regeneracji rośliny (odtworzenia rośliny z hodowli komórkowej). Wielu procesów nie jesteśmy w stanie kontrolować: np. miejsce wbudowania transgeny jest przypadkowe, a od tego zależy, czy transgen będzie miał wpływ na naturalne geny rośliny, albo odwrotnie. Nie da się także kontrolować ile kopii transgeny wbuduje się w genom komórki roślinnej. Ponadto, plazmid Ti (wektor używany do przenoszenia transgeny) preferencyjnie wbudowuje się w sąsiedztwie lub nawet wewnątrz genów roślinnych, tym samym zaburzając ich funkcję. Zdarza się też, że geny rośliny są aktywowane przez transgen.

Mogą też powstawać zupełnie nowe produkty, stanowiące mozaikę złożoną z fragmentów transgeny i genów rośliny. Powstają w ten sposób nowe białka o nieznanymi funkcjach, potencjalnie toksyczne lub alergenne, i nowe rodzaje RNA, które mogą hamować aktywność genów rośliny (mechanizm interferencji RNA). Powstawanie nowych transkryptów obserwowano m.in. w soi RR (Rang et al. 2005) i w papai odpornej na wirusy (Fitch et al. 1992).

Większość transgenicznych roślin posiada mutacje w okolicy wbudowania transgeny (delecje, duplikacje, translokacje lub insercje) (Forsbach et al. 2003, Wenck et al. 1997). Wprowadzanie transgeny za pomocą pistoletu genowego (gene gun, particle bombardment) powoduje niezwykle złożone zjawiska: zazwyczaj wbudowuje się ponad 10 kopii transgeny, a DNA rośliny ulega znaczącym uszkodzeniom.

Inne mechanizmy odpowiedzialne za niezamierzone zmiany powstające w roślinach transgenicznych to obecność genów markerowych (zazwyczaj geny niosące oporność na antybiotyki), genów reporterowych i innych, które mogą wchodzić w oddziaływania z białkami rośliny i wywoływać cechy inne niż zamierzona modyfikacja. Niektóre niezamierzone zmiany powodują obniżenie żywotności roślin transgenicznych (Tagashira et al. 2005, Heil i Baldwin 2002; Jackson et al. 2004), co jest, zdaniem autorów, zjawiskiem wliczonym w rachunek zalet i wad modyfikacji. Nowoczesne metody analizy (np. spektrometria masowa) pozwoliły wykryć szereg plejotropowych zmian w roślinach transgenicznych, które miały zupełnie zmieniony profil metaboliczny (Fiehn et al. 2000). Autorzy podsumowują, że rośliny mają olbrzymią zdolność do

przystosowania się do poważnych zmian metabolizmu (przyp. KL brakuje refleksji, czy organizmy, które będą spożywać tak zmienioną żywność mają równie wielkie zdolności adaptacyjne?)

Kolejny etap, na którym mogą zachodzić dalsze mutacje w genomie rośliny jest etap regeneracji, podczas którego z nieforemnego kallusa wytwarza się normalna roślina. Na tym etapie komórki roślinne są stymulowane czynnikami regulującymi wzrost i antybiotykami, w stężeniach, które nie są neutralne dla rośliny (LoSchiavo et al. 1989; Schmitt et al. 1997; Bardini et al. 2003). Roślina odpowiada na stres związany z regeneracją poprzez takie zjawiska jak poliploidyzacja i aneuploidyzacja, rearanżacje chromosomów, mutacje punktowe, delecje, insercje i zmiany epigenetyczne (Lee and Phillips 1988; Brown et al. 1992; Skirvin et al. 1994; Phillips et al. 1994; Kaeppler et al. 1998; Olhoft and Phillips 1999; Skirvin et al. 2000; Madlung i Comai 2004). Rośliny otrzymane poprzez regenerację in vitro często mają zmienioną morfologię, skład metabolitów i takie cechy jak odporność na patogeny i na stres. Proces regeneracji jest traktowany przez hodowców jako nowe źródło zmienności genetycznej (Przyp. KL - niestety, niekontrolowane) (Veilleux and Johnson 1998).

Po tak szerokim omówieniu niezamierzonych efektów jakie mają miejsce przy otrzymywaniu roślin transgeniczných, autorzy konkludują dość zaskakująco: „W świetle przedstawionych badań obawy dotyczące skutków niezamierzonych efektów transgenezy w odmianach GM wydają się w dużym stopniu nieuzasadnione”. Brakuje tu refleksji na temat potencjalnego wpływu powstających w roślinach GM nowych metabolitów na zdrowie konsumentów.

2. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews – Vol. 23, December 2006

Transformation-induced mutations in transgenic plants: Analysis and biosafety implications.

A. K. Wilson¹, J. R. Latham¹, R. A. Steinbrecher²

¹Bioscience Resource Project, P0 Box 66, Ledbury, HR8 9AE, UK, ²EcoNexus, P.O.

Box 3279, Brighton, BN1 1TL, UK.

Zwolennicy inżynierii genetycznej podkreślają rzekomą przewagę tej metody otrzymywania nowych odmian roślin jako bardziej precyzyjnej niż tradycyjna hodowla. Zakładają, że 1) tylko określona cecha jest przenoszona z transgenem 2) w roślinie powstają tylko zamierzone zmiany. Te założenia miały ogromny wpływ na przepisy dotyczące bezpieczeństwa (biosafety). Prawodawcy zakładają, że jedynie transgen może być przyczyną ryzyka, nie zaś wszystkie manipulacje genetyczne jakie wykonano, aby ten transgen wprowadzić do rośliny. Tymczasem manipulacje genetyczne są przyczyną poważnych zmian mutacyjnych w genomie rośliny, a doniesienia naukowe o różnicach molekularnych między GM i tradycyjnymi roślinami są ignorowane przez prawodawców.

3. J Proteome Res. 2008 May;7(5):1850-61. Epub 2008 Apr 5.

Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modifications.

Zolla L, Rinalducci S, Antonioli P, Righetti PG.

Department of Environmental Sciences, University of Tuscia, Viterbo, Italy.

Metodami proteomiki (wielkoskalowa analiza wszystkich białek komórkowych) porównano kukurydzę MON810 dwóch kolejnych generacji oraz nietransgeniczny odpowiednik. Wykryto, że 43 białka wykazują zmienioną ekspresję pomiędzy naturalną i GM kukurydzą, i około 100 białek różni kukurydzę GM dwóch generacji.

4. J Agric Food Chem. 2005 Nov 16;53(23):9023-30.

Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity.

Prescott VE, Campbell PM, Moore A, Mattes J, Rothenberg ME, Foster PS, Higgins TJ, Hogan SP.

Division of Molecular Bioscience, The John Curtin School of Medical Research,

Australian National University, Canberra, ACT, Australia.

Geny inhibitora alfa-amylazy z fasoli (*Phaseolus vulgaris* L. cv. *Tendergreen*) przeniesiony do grochu (*Pisum sativum* L.) produkował w komórkach grochu białko o zmienionych właściwościach. Na modelu mysim wykazaliśmy, że spożywanie tej zmodyfikowanej formy inhibitora (ale nie jego naturalnej formy) powoduje reakcję zapalną (*antigen-specific CD4+ Th2-type inflammation*). Obserwowano także krzyżową reakcję immunologiczną na inne białka grochu, wywołaną obecnością transgenicznego inhibitora. Konkluzja: **przeniesienie genu metodą transgenezy do rośliny, w której ten gen naturalnie nie występuje, może sprawić, że białko produkowane z transgeny ma zmienione właściwości** (np. nabiera cech alergenu).

5. British Journal of Nutrition (2003), 89, 159–166

Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep

Paula S. Duggan¹, Philip A. Chambers¹, John Heritage¹ and J. Michael Forbes²

¹Division of Microbiology, School of Biochemistry and Molecular Biology, University of Leeds, LS2 9JT, UK

²Centre for Animal Sciences, School of Biology, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK

Geny oporności na antybiotyki są często używane jako znaczniki w konstrukcji GM roślin, które są następnie wykorzystywane do produkcji pasz. To nasuwa obawy, że mechanizm horizontalnego transferu genów może przenieść transgen do bakterii obecnych w przewodzie pokarmowym zwierząt i wpływać na zwiększenie populacji bakterii odpornych na leczenie. Badania (Schubbert et al. 1994, 1997) wykazały, że wektor M13 przechodzi nieuszkodzony przez przewód pokarmowy myszy i może nawet przedostać się przez ścianę jelita do krwi obwodowej. Wykazano też, że DNA poddany działaniu ludzkiej śliny zachowuje zdolność transformacji bakterii kompetentnych (Mercer et al. 1999a, 2001). Transformacja jest możliwa nawet po 24 godzinach (Duggan et al. 2000). **Nasze badania dowodzą, że DNA transgeny pochodzący z diety zachowuje aktywność biologiczną wystarczającą do transformacji bakterii jamy ustnej.**

Opracowała doc. dr hab. Katarzyna Lisowska, absolwentka Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach; doktorat w zakresie nauk biologicznych obroniony przed Radą Naukową Instytutu Biochemii i Biofizyki w Warszawie; habilitacja w zakresie biologii medycznej, tytuł nadany przez Radę Naukową Centrum Onkologii w Warszawie; pracownik naukowy Działu Badawczego Centrum Onkologii w Gliwicach