

Problemy ekologiczne i zdrowotne związane z modyfikowaną genetycznie (GM) paszą dla zwierząt

Wprowadzenie

Z żywieniem zwierząt związanych jest wiele społecznych i ekologicznych problemów. Jednym z przykładów jest ogromna ekspansja monokultury soi (genetycznie modyfikowanej) w Argentynie, która zaowocowała gwałtownym spadkiem upraw tradycyjnych źródeł pożywienia, takich jak kukurydza i pszenica, jak również doprowadziła do upadku wielu małych gospodarstw rolnych (1). **Niniejszy raport koncentruje się na ekologicznych i zdrowotnych problemach związanych z uprawami roślin modyfikowanych genetycznie (GM) i ich wykorzystaniem w paszach dla zwierząt.** Inżynieria genetyczna wywiera duży wpływ na środowisko naturalne oraz niesie ze sobą ryzyko dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz zagrożenie w postaci niespodziewanych i nieprzewidywalnych skutków swoich działań.

1) Wpływ upraw GM na środowisko naturalne

Wykorzystanie genetycznie modyfikowanych upraw w paszy dla zwierząt budzi największe obawy w związku z ich wpływem na środowisko naturalne. Każda roślina, wykorzystywana do produkcji paszy dla zwierząt, musi być gdzieś uprawiana.

W żywieniu zwierząt wykorzystywane są genetycznie modyfikowane rośliny uprawne takie jak: soja, kukurydza i inne. Owe rośliny GM mogą stanowić procentowo znaczący składnik pasz. Uprawy genetycznie modyfikowanych roślin, przeznaczonych na paszę dla zwierząt, mają znaczący wpływ na środowisko naturalne. Powszechnie znanym faktem jest, że wiele składników zwierzęcej paszy (np. soja) stanowi przedmiot handlu na skalę światową. Przykładowo, jedzenie w Europie kurczaków karmionych genetycznie modyfikowaną soją, zaowocuje wzrostem areалу upraw genetycznie modyfikowanej soi np. w Brazylii, z wszystkimi towarzyszącymi temu negatywnymi skutkami społecznymi i ekologicznymi.

Krzyżowanie się roślin

Szczególną obawę związaną z uprawami GM budzi zjawisko krzyżowania się (krzyżowego zapylania) roślin genetycznie modyfikowanych z niemodyfikowanymi genetycznie osobnikami tego samego gatunku, a także dzikimi odmianami tych roślin. Przykładem może być przenoszenie pyłku z kanadyjskiego rzepaku (*canola*) modyfikowanego genetycznie na rzepak niemodyfikowany i wynikające z tego uodpornienie następnego pokolenia roślin niemodyfikowanych na więcej niż jeden herbicyd (2). Podobnie, w Wielkiej Brytanii, stwierdzono zapylenie krzyżowe między zmodyfikowanymi genetycznie roślinami rzepaku a ich niemodyfikowanymi, dzikimi odmianami. Zanieczyszczenie dzikich, zdziczałych oraz tradycyjnych (niemodyfikowanych genetycznie) odmian roślin uprawnych poprzez odmiany GM może mieć trwały efekt genetyczny, tworząc w ten sposób rezerwuary transgenów dla kolejnych etapów wzrostu zanieczyszczenia. Istnieją obawy wielkoskalowego krzyżowania prowadzącego do „zalania” dzikich populacji przez ich odpowiedniki GM (4). Poza niekorzystnymi zjawiskami dla bioróżnorodności, zanieczyszczenia tego typu stanowi groźbę dla bezpieczeństwa żywnościowego, ponieważ to właśnie odmiany tradycyjne i ich dzikie

odpowiedniki zawierają nowe geny (np. odporności na suszę), które mogą zostać wykorzystane do ulepszenia istniejących upraw poprzez techniki rozmnażania konwencjonalnego.

Wpływ na bioróżnorodność

Do wspomnianych powyżej głównych obaw związanych z uprawami genetycznie modyfikowanych roślin, należy doliczyć kolejne, dobrze udokumentowane oddziaływania tychże na środowisko naturalne. Dotyczą one insekto- i herbicydooporności roślin GM. Do owych niekorzystnych zjawisk należą:

a) rośliny GM z genem *Bt*, odpowiedzialnym za odporność na insekty (5):

- **Oddziaływanie toksyczne na organizmy spoza grupy docelowej, takie jak motyle.** Udowodniono na przykład, że długoterminowa ekspozycja na działanie pyłku kukurydzy z modyfikacją *Bt* wykazuje działanie szkodliwe dla larw motyla *Monarch* w Ameryce Północnej (6).
- **Oddziaływanie toksyczne na owady pożyteczne.** Przykładem jest niekorzystny wpływ roślin z genem *Bt* na złotooki zielone (7). Złotooki są pożytecznymi owadami, odgrywającymi ważną rolę w naturalnej kontroli liczebności szkodników roślin uprawnych. Oddziaływanie toksyczne roślin z genem *Bt* ma w tym przypadku charakter pośredni – złotooki zjadają szkodniki, które z kolei wcześniej pożywiały się roślinami GM.
- **Pojawienie się odporności na insektycydy, skutkujące wzrostem ich zużycia.** Dla przykładu, w USA istnieje szereg wymagań co do konieczności utrzymywania obszarów roślin wolnych od modyfikacji *Bt*, w celu spowolnienia procesu uodpornienia insektów na toksynę *Bt*. Ostoje tego typu mogą nie sprawdzić się na małoobszarowych gospodarstwach Europy i innych rejonów, gdzie brak wielkich farm, takich jak w USA. Problem ten pojawił się w przypadku bawełny z genem *Bt* w Indiach (8).
- **Niekorzystny wpływ na ekosystem glebowy.** Korzenie roślin z genem *Bt* wydzielają toksynę do gleby (9). Aktywną toksynę *Bt* zawierają również, pozostawiane na polach, resztki poźniwne (10). Toksyna *Bt* utrzymuje się w glebie zwłaszcza w przypadku szczególnie chłodnej zimy (11). Zwiększa to ryzyko akumulacji toksyny w glebie (12) oraz wpływa negatywnie na niegroźne organizmy glebowe i kondycję całego ekosystemu glebowego.

b) uprawy odporne na herbicydy (13):

- **Toksyczny wpływ herbicydów na ekosystem.** W przypadku herbicydu Roundup (stosowanego w uprawach Monsanto's Roundup Ready) wykazano jego toksyczny wpływ na kijanki, powodowanie skażenia środowiska wodnego oraz obniżanie bioróżnorodności (14). Wykazano też, że jedna z odmian Roundupu stanowi potencjalne czynniki zakłócający działanie systemu endokrynnego (tzn. może ingerować w funkcjonowanie hormonów) (15).
- **Zanikanie chwastów, spadek ich różnorodności, a co za tym idzie spadek bioróżnorodności.** Dowiedziono na przykład, że na obrzeżach uprawy rzepaku GM odpornego na herbicydy, motyle występują sporadycznie. Wynika to z faktu, iż występuje tam mniej kwiatów chwastów (a co za tym idzie – nektaru), stanowiących źródło ich pożywienia.
- **Wzrost odporności/tolerancji chwastów na herbicydy.** Rozwój odporności chwastów na Roundup stanowi obecnie przedmiot poważnej troski w USA i innych rejonach, gdzie uprawy Roundup Ready stosowane są na wielką skalę (16). Wzrost odporności chwastów na herbicydy oznacza zwiększenie ilości używanych herbicydów służących do ich kontroli (17), lub że muszą być używane dodatkowe herbicydy (18).
- **Wpływ na mikroorganizmy glebowe.** Przykładowo, wykorzystanie herbicydów w przypadku soi GM wpływa na obniżenie liczby pożytecznych bakterii wiążących azot w strefie korzeniowej (19).

Donoszono także, że glyfosat używany w jednym roku może powodować wzrost występowania grzybów z rodzaju *Fusarium* na pszenicy uprawianej w roku kolejnym (20).

Toksyczne białka w odchodach zwierząt

Świnie (21) oraz bydło (22) żywione paszą wyprodukowaną ze zbóż modyfikowanych genetycznie, wydalają fragmenty zmodyfikowanego DNA i wielkie fragmenty białka *Bt*. Choć wydalane białko *Bt* jest rozczłonowane, to ekskrecja @?@dużych fragmentów białka *Bt* przez zwierzęta karmione paszą GM stanowi poważny problem, ponieważ toksyna *Bt* utrzymuje swoją toksyczność (23). Białko *Bt* może akumulować się w glebie, stanowiąc toksyczne niebezpieczeństwo dla pewnych owadów.

*„Przypadkowe lub mechaniczne wniknięcie pasz do gleby może w sposób niezamierzony wprowadzać GMO do środowiska naturalnego. Zawarte w odchodach i wydalone do gleby fragmenty genu *Cry1Ab* oraz białka *Cry1Ab*, mogą stanowić dodatkowe zagrożenie.”* (24)

2) Niewiadome związane z bezpieczeństwem wykorzystania roślin GM do produkcji pasz dla zwierząt i pożywienia dla ludzi

Coraz więcej wątpliwości budzi zagadnienie bezpieczeństwa zwierząt karmionych paszą GM. Rosnąca liczba dowodów wskazuje też na brak należytych badań nad możliwym niekorzystnym wpływem żywności i paszy GM na zdrowie ludzi i zwierząt.

Gdzie są niezależne badania?

W literaturze naukowej istnieją poważne braki, jeśli chodzi o niezależne, wiarygodne badania naukowe nad wpływem roślin GM na zwierzęta i ludzi. Jeden z ostatnich przeglądów literatury naukowej donosi o 10 pracach dotyczących wykorzystania roślin GM do produkcji żywności i paszy dla zwierząt, a co więcej – połowa z tych badań przeprowadzana była we współpracy z koncernami biotechnologicznymi (25). Sytuacja ta nie ulega zmianie – większość nowych badań obejmuje krótki okres i jest prowadzona we współpracy z wyżej wymienionymi koncernami (26).

Dokumenty przekazywane przez firmy biotechnologiczne władzom regulującym bezpieczeństwo, gdy firmy te zabiegają o uznanie swych nowowprowadzanych produktów, zawierają zazwyczaj informacje dotyczące składników zawartych w roślinach GM oraz krótkoterminowych doświadczeń żywieniowych na zwierzętach. W wielu przypadkach badania te ukazują istotne różnice w składzie chemicznym roślin modyfikowanych i niemodyfikowanych (np. zawartość witamin) oraz w reakcji organizmu zwierzęcego (np. poziom glukozy), jednak środowisko biotechnologiczne i decydenci określają je często jako „nieposiadające znaczenia biologicznego” (27). Dlatego też w wielu krajach kontrola produktów GM, zarówno w przypadku stosowania ich w paszy oraz jako składnika żywności dla ludzi, kończy się porażką. Nie wiemy, czy żywność i pasza wyprodukowane na bazie roślin GM są bezpieczne. Świadczy o tym narastanie naukowych i politycznych kontrowersji wokół oceny bezpieczeństwa żywności GM i paszy GM. W Unii Europejskiej akceptacja produktów GM jest przedmiotem ciągłego sporu między państwami członkowskimi i Komisją Europejską. Przykładowo, w sierpniu 2005 roku kukurydza GM odporna na herbicyd – MON863 – została dopuszczona do użytku w paszy dla zwierząt, mimo że głosowali przeciw tej decyzji ministrowie ochrony środowiska z 14 krajów Unii (28).

Odporność na antybiotyki

Kilka roślin GM wykorzystywanych dziś do produkcji paszy (np. kukurydza odporna na insekty Bt176, firmy Syngenta) zawiera geny odporności na antybiotyki. Mogą one upośledzać funkcje odpornościowe organizmu – jeśli gen odporności na antybiotyki przeniesiony zostanie do bakterii chorobotwórczych,

czyni dany antybiotyk bezużytecznym. Kwestią zachowania podstawowych środków ostrożności jest zakaz wprowadzania do użytku roślin GM zawierających geny odpowiedzialne za odporność na działanie antybiotyków. Wycofanie wykorzystania tychże roślin wymagane jest przez UE i FAO/WHO (29).

W ciągu ostatnich kilku lat dowiedziono, że DNA z pożywienia i paszy dla zwierząt (wliczając żywność i paszę GM) nie jest rozkładane w trakcie trawienia przez organizm człowieka i zwierzęcia w tak kompletny i łatwy sposób, jak dawniej przypuszczano. Modyfikowany genetycznie DNA znajdowany był w jelitach i odchodach zwierząt (30). Przetrawanie GM DNA w jelicie zwierząt zwiększa prawdopodobieństwo horyzontalnego transferu modyfikowanego genetycznie DNA do bakterii jelitowych. Jeśli żywność GM zawiera geny antybiotykooporności, może to pomniejszać efekt terapeutyczny danego antybiotyku, podanego w trakcie infekcji. Obecność GM DNA w odchodach zwiększa obawy o możliwość transferu genów odporności na antybiotyki do bakterii.

DNA roślinne u zwierząt

DNA roślin, zawarte w paszy, wykryte zostało w mięśniach kurczaków (31) i organach młodych cieląt (32). Jakkolwiek jak dotąd nie stwierdzono obecności obcego (modyfikowanego genetycznie) DNA w tkankach zwierząt, nie można jej wykluczyć u zwierząt długotrwale karmionych paszą GM. Jeśli GM DNA przeniknie do tkanek zwierząt karmionych paszą GM, rośnie prawdopodobieństwo niezamierzonego spożycia takiego mięsa przez konsumentów.

Choć jak dotąd nie opublikowano żadnych badań dowodzących obecności GM DNA w mleku krowim, to stwierdzono w nim obecność DNA roślinnego (33). Nie można zatem wykluczyć możliwości zanieczyszczenia mleka przez GM DNA, zwłaszcza u zwierząt karmionych paszą GM przez długi okres.

Alergie

Pracownicy gospodarstw rolnych zakwalifikowani zostali do grupy „wysokiego ryzyka”, ze względu na ryzyko zagrożenia alergiami związanymi z pracą przy uprawach roślin GM, nawet gdy przeznaczeniem uprawy była pasza dla zwierząt (34). Żniwa upraw GM i pewne technologie przetwórstwa żywności powodują powstawanie kurzu, który zawierać może czynniki alergizujące (nowe białko lub białka), które z kolei mogą wchodzić w kontakt z organizmem przez wdychanie lub przez skórę.

3) Niespodziewane i nieprzewidziane skutki wykorzystania roślin GM

Obecna technologia inżynierii genetycznej wiąże się z przypadkowym, często siłowym, wprowadzaniem do DNA danej rośliny genów pochodzących z różnych organizmów. Może to wywoływać niespodziewane i nieprzewidywalne skutki. Wprowadzenie obcego genu może na przykład spowodować przerwanie jednego z genów rośliny lub zmianę w strukturze istniejących białek rośliny.

W trakcie procesu manipulacji genetycznych może dojść do usunięcia pewnych fragmentów i rearanżacji przestrzennych roślinnego DNA (35). Zjawiska tego typu mogą również prowadzić do nieprzewidywalnych i niespodziewanych skutków. Przykładowo, soja Roundup Ready zawiera aktywne genetycznie fragmenty i rearanżacje (dowodzi tego obecność komplementarnego RNA). Odkrycia te miały miejsce kilka lat po wprowadzeniu soi Roundup Ready do uprawy komercyjnej (36). Podobne nieprawidłowości wywołane modyfikacjami genetycznymi wykryto w kilku odmianach

odpornej na insekty kukurydzy (Bt11, Bt176, MON810) (37). Te nieprawidłowości zwiększają ryzyko pojawienia się u uprawnych roślin GM nowych, nieoczekiwanych i niezbadanych białek.

Ze strony komercyjnych odmian roślin modyfikowanych genetycznie zauważono już kilka przypadków niespodziewanych objawów, np. soja GM Roundup Ready dawała obniżony plon przy gorącej, suchej pogodzie. Wynika to najprawdopodobniej z pęknięcia łodyg, spowodowanego wzrostem zawartości ligniny (38). Natomiast rośliny bawełny Roundup Ready przedwcześnie i nieregularnie odrzucały swe torebki owocowe, niosące produkt bawełniany (39). W porównaniu z odmianami konwencjonalnymi, genetycznie modyfikowana odmiana soi Roundup Ready wykazywała obniżony poziom fitoestrogenów w nasionach (40). Fitoestrogeny to podobne do hormonów substancje roślinne, o których uważa się, że mają pozytywny efekt zdrowotny. Nieprawidłowości owe odkryte zostały po kilku latach obecności na rynku soi Roundup Ready.

Istnieje niewielka szansa, że podobne, nieoczekiwane zmiany wywołane modyfikacjami genetycznymi mogą zostać wychwycone podczas procesu autoryzacji i kontroli, ponieważ produkcja protein spowodowana niezidentyfikowanym DNA może być znacząca, ale niezauważona natychmiast. Zmiany mogą ujawnić się dopiero w następnych pokoleniach lub w okresie poddania roślin działaniu czynników stresogennych (41). Owe niespodziewane i nieprzewidywalne skutki manipulacji genetycznych mogą wywierać wpływ na środowisko naturalne, zdrowie ludzi i zwierząt.

Podsumowanie

Negatywne oddziaływanie modyfikowanych genetycznie roślin uprawnych na środowisko naturalne jest dobrze znane. Szczególnie należy udokumentowane są efekty negatywnego oddziaływania w przypadku upraw GM odpornych na herbicydy i insekty. Konsekwencje wykorzystywania roślin modyfikowanych genetycznie będą narastać i pociągać za sobą wpływ na środowisko naturalne. Co więcej, sprawa bezpieczeństwa upraw roślin modyfikowanych genetycznie dla zwierząt i ludzi wciąż budzi naukowe kontrowersje. W rezultacie nie jest możliwe wykluczenie poważnych, niespodziewanych i nieprzewidywanych skutków oddziaływania upraw GM na zdrowie zwierząt i ludzi.

Greenpeace uważa, że wiele potencjalnych zagrożeń dla środowiska naturalnego wynikających z uprawy roślin GM uzasadnia oficjalny zakaz uprawiania genetycznie modyfikowanych organizmów. Ze względu na istnienie poważnych wątpliwości co do bezpieczeństwa upraw GM dla ludzi i zwierząt, obowiązywać powinna zasada przezorności i genetycznie modyfikowane rośliny nie powinny być wykorzystywane ani w pożywieniu, ani w paszy.

Literatura

- 1 Branford, S. (2004) 'Argentina's bitter harvest' *New Scientist*: 40–43, 17th April 2004.
- 2 Orson, J. (2002) 'Gene stacking in herbicide tolerant oilseed rape: lessons from the Northern American experience' *English Nature Research Reports* no. 443, Peterborough, UK. <http://www.english-nature.org.uk/pubs/publication/PDF/enr443.pdf>.
- 3 Légère, A. (2005) Risks and consequences of gene flow from herbicide-resistant crops: canola (*Brassica napus* L.) as a case study. *Pest Management Science* 61: 292–300.
- 4 Daniels, R., Boffey, C., Mogg, R., Bond J. & Clarke, R. (2005) The potential for dispersal of herbicide tolerance genes from genetically-modified, herbicide-tolerant oilseed rape crops to wild relatives. UK DEFRA contract ref EPG 1/5/151. http://www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg_1-5-151.pdf.
- 5 Haygood, R., Ives, A.R. & Andow, D.A. (2003) Consequences of recurrent gene flow from crops to wild relatives. *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 10.1098/rspb.2003.2426.
- 6 See also Greenpeace (2004) Environmental dangers of insect resistant Bt crops. www.greenpeace.org.
- 6 Dively, G.P., Rose, R., Sears, M.K., Hellmich, R.L., Stanley-Horn, D.E., Calvin, D.D., Russo, J.M. & Anderson, P.L. (2004) Effects on monarch butterfly larvae (Lepidoptera: Danaidae) after continuous exposure to Cry1Ab expressing corn during anthesis. *Environmental Entomology* 33: 1116–1125.

- 7 Hilbeck, A., Moar, W.J., Pusztai-Carey, M., Filippini, A. & Bigler, F. (1999) Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91: 305–316. Dutton A., Klein, H., Romeis, J. & Bigler, F. (2002) Uptake of Bt toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. *Ecological Entomology* 27: 441–447.
- 8 Jayaraman, K.S. (2002) Poor crop management plagues Bt cotton experiment in India. *Nature Biotechnology* 20: 1069. Jayaraman, K.S. 2003. India debates results of its first transgenic cotton crop. *Nature*, 421, 681.
- 9 Saxena, D., Flores, S. & Stotzky, G. (2002) Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 133-137.
- 10 Flores, S., Saxena, D & Stotzky, G. (2005) Transgenic Bt plants decompose less in soil than non-Bt plants. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1073-1082.
- 11 Tapp, H. & Stotzky, G. 1998. Persistence of the insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 30: 471-476.
- Zwahlen, C., Hilbeck, A., Gugerli, P. & Nentwig, W. (2003) Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. *Molecular Ecology* 12: 765-775.
- 12 Venkateswerlu G. & Stotzky, G. 1992. Binding of the protoxin and toxin proteins of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* on clay minerals. *Current Microbiology* 25: 225-233.
- 13 See also Greenpeace (2004) More and more "superweeds" with genetically engineered crops. www.greenpeace.org and Greenpeace 2004. Monsanto's GE 'Roundup Ready' Soya – What more can go wrong? www.greenpeace.org.
- 14 Relyea, R.A. (2005) The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications* 15: 618–627.
- Relyea, R.A. (2005) The lethal impact of roundup on aquatic terrestrial amphibians. *Ecological Applications*, 15: 1118-1124.
- Relyea, R.A., Schoeppner, N.M. & Hoverman, J.T. (2005) Pesticides and amphibians: the importance of community context. *Ecological Applications*, 15: 1125–1134.
- 15 Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N. & Seralini, G-E. (2005) Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113: 716-720.
- 16 Roy, B.A. (2004) Rounding up the costs and benefits of herbicide use. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 13974–13975.
- Baucom, R.S. & Mauricio, R. (2004). Fitness costs and benefits of novel herbicide tolerance in a noxious weed. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101: 13386–13390.
- Vitta, J.I., Tuesca, D. & Puricelli, E. (2004) Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 621–624.
- 17 Hartzler, B. (2003) <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/2003/glyresistance.shtml>.
- 18 ReadyMaster ATZ contains both glyphosate and atrazine, see www.monsanto.com/monsanto/us_ag/content/crop_pro/ready_master_atz/label.pdf.
- 19 King, C.A., Purcell, L.C. & Vories, E.D. (2001) Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal* 93: 179-186.
- Zablotowicz, R.M. & Reddy, K.N. (2004) Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosateresistant transgenic soybean: a minireview. *Journal of Environmental Quality* 33: 825–831.
- 20 Coghlan, A. (2003) 'Weedkiller may encourage blight' *New Scientist*, 16th August 2003, p. 6.
- 21 Chowdhury, E.H., Kuribara, H., Hino, A., Sultana, P., Mikami, O., Shimada, N., Guruge, K.S., Saito, M. and Nakajima, Y. (2003) Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and Cry1Ab protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn Bt11. *Journal of Animal Science*, 81: 2546-2551.
- 22 Einspanier, R., Lutz, B., Rief, S., Berezina, O., Zverlov, V., Schwarz, W. and Mayer, J. (2004) Tracing residual recombinant feed molecules during digestion and rumen bacterial diversity in cattle fed transgene maize. *European Food Research and Technology* 218: 269–273.
- 23 Chowdhury et al. (2003). op. cit.
- 24 Chowdhury et al. (2003) op. cit.
- 25 Pryme, I.F. & Lembecke, R. (2003) *In vivo* studies on possible health consequences of genetically modified food and feed — with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health* 17: 1–8.
- 26 See, for example, Erickson, G.E. Robbins, N.D., Simon, J.J., Berger, L.L., Klopfenstein, T.J., Stanisiewski, E.P. and Hartnell, G.F. (2003). Effect of feeding glyphosate-tolerant (Roundup-Ready events GA21 or nk603) corn compared with reference hybrids on feedlot steer performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 81: 2600–2608.
- Brown, P., Wilson, K.A., Jonker, Y. & Nickson, T.E. (2003) Glyphosate Tolerant Canola Meal Is Equivalent to the Parental Line in Diets Fed to Rainbow Trout. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 51: 4268-4272.
- 27 See, for example, Opinions of the European Food Safety Authority on NK603 http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_opinions/177_en.html and MON 863 and MON 863 x MON 810 http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_opinions/383_en.html.
- See also Greenpeace (2004) The European food Safety Authority (EFSA): failing consumers and the environment. <http://eu.greenpeace.org/downloads/gmo/CritiqueOnEFSA-April2004.pdf>
- 28 See, Friends of the Earth Europe: http://www.foeurope.org/GMOs/pending/votes_results.htm.
- 29 Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. *Official Journal of the European Communities* L 106/1. Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission 2003. Report of the fourth session of the Codex Ad Hoc Intergovernmental Task Force on foods derived from biotechnology. ALINORM 03/34A <http://www.codexalimentarius.net>
- 30 Einspanier et al. (2004) op. cit.; Chowdhury, et al. (2003) op. cit.

Chowdhury, E.H., Mikami, O., Murata, H., Sultana, P., Shimada, N., Yoshioka, M., Guruge, K.S., Yamamoto, S., Miyazaki, S., Yamanaka, N. & Nakajima, Y. (2004) Fate of maize intrinsic and recombinant genes in calves fed genetically modified maize Bt11.

Journal of Food Protection, 67: 365-370.

31 Einspanier, R., Klotz, A., Kraft, J., Aulrich, K., Poser, R., Schwagele, F., Jahreis, G. & Flachowsky, G. (2001). The fate of forage plant DNA in farm animals: a collaborative case-study investigating cattle and chicken fed recombinant plant material. European Food Research and Technology, 212: 129-134.

Klotz, A., Mayer, J. & Einspanier, R. (2002) Degradation and possible carry over of feed DNA monitored in pigs and poultry. European Food Research and Technology 214: 271-275.

Aeschbacher, K., Messikommer, R., Meile, L. & Wenk, C. (2005) Bt176 corn in poultry nutrition: physiological characteristics and fate of recombinant plant DNA in chickens. Poultry Science 84: 385-394.

32 Chowdhury et al. (2004) op. cit.

33 Einspanier et al. (2001) op. cit.; Phipps, R.H., Deaville, E.R. & Maddison, B.C. (2003) Detection of transgenic and endogenous plant DNA in rumen fluid, duodenal digesta, milk, blood, and feces of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 86: 4070-4078.

34 Royal Society (2002) Genetically modified plants for food use and human health—an update. Policy document 4/02, Royal Society, London. www.royalsoc.ac.uk.

Bernstein, J.A., Bernstein, L., Bucchini, L., Goldman, L.R., Hamilton, R.G., Lehrer, S., Rubin, C. & Hugh Sampson, A. (2003). Clinical and laboratory investigation of allergy to genetically modified foods. Environmental Health Perspectives, 111: 114-1121.

35 Svitashv, S.K. & Somers D.A. (2001) Genomic interspersions determine the size and complexity of transgene loci in transgenic plants produced by microprojectile bombardment. Genome 44: 691-697.

36 Windels, P., Taverniers, I. Depicker, A. Van Bockstaele, E. & De Loose, M. (2001) Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. European Food Research and Technology, 213: 107-112.

Rang, A., Linke, B & Jansen, B. (2005) Detection of RNA variants transcribed from the transgene in Roundup Ready soybean. European Food Research and Technology 220: 438-443.

See also: Greenpeace (2004) Monsanto's GE 'Roundup Ready' Soya— What more can go wrong? www.greenpeace.org

Correspondence between UK government and Monsanto at

<http://www.food.gov.uk/science/ouradvisors/novelfood/acnfppapers/gmissues/60500>.

37 De Schrijver, A. & Moens. W. (2003) Report on the molecular characterisation of the genetic map of event Bt11.

<http://www.biosafety.be/TP/MGC.html>.

De Schrijver, A. & Moens. W. (2003) Report on the molecular characterisation of the genetic map of event Bt176.

<http://www.biosafety.be/TP/MGC.html>.

Hernández, M., Pla, M., Esteve, T., Prat, S., Puigdomènech, P. & Ferrando. A. (2003) A specific real-time quantitative PCR detection system for event MON810 in maize YieldGard ® based on the3-transgene integration. Transgenic Research 12: 179-189.

38 Coghlan, A (1999) 'Splitting headache: Monsanto's modified soya beans are cracking up in the heat' *New Scientist*, 20th November, p. 25.

39 Fox J.L. (1997) Farmers say Monsanto's engineered cotton drops bolls. Nature Biotechnology 15: 1233.

40 Lappé, M.A., Bailey, E.B., Childress, C.C. & Setchell, K.D.R. (1999) Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. Journal of Medicinal Food, 1: 241-245.

41 Riha, K., McKnight, T.D. Griffing, L.R. & Shippen, D.E. (2001) Living with instability: plant responses to telomere dysfunction. Science, 291: 797-1800.