

## Możliwe negatywne skutki ekologiczne upraw i pasz z niektórych roślin genetycznie zmodyfikowanych (GMO)

### Possible negative environmental side-effects of crops and feeds from some GMO plants

LUDWIK TOMIAŁOJC

*Muzeum Przyrodnicze, Uniwersytet Wrocławski  
50–335 Wrocław, ul. Sienkiewicza 21  
e-mail: tomilu@biol.uni.wroc.pl*

**Słowa kluczowe:** rośliny GM, bioróżnorodność, stan gleb, skutki socjoekonomiczne, Polska.

Genetycznie zmodyfikowane rośliny (GMO) są, jak dotąd, w Polsce uprawiane wyjątkowo. Jednak np. dopuszczona przez UE odmiana zmodyfikowanej kukurydzy Mon 810 zajmuje około 3 tys. ha, głównie na polstkach eksperymentalnych. W świetle rosnącej liczby zastrzeżeń wynikających z badań zagranicznych, a ukazujących negatywne konsekwencje niektórych takich upraw i pasz dla zwierząt hodowlanych oraz dzikich gatunków i naturalnych ekosystemów, proponuje się, aby w Polsce: a) wprowadzić moratorium na uwalnianie roślin GM do środowiska oraz zablokować import wytwarzanych z GMO pasz; b) wykorzystać ten okres na niezależne od koncernów biotechnologicznych polskie badania ewentualnych skutków GMO dla środowiska (zwłaszcza dla stanu gleb) oraz dla zdrowotności zwierząt. W naszym drobnomozaikowym krajobrazie rolniczym nie jest możliwe zachowanie odrębności upraw GMO od upraw tradycyjnych i ekologicznych, tak wrażliwych na „zanieczyszczenie genetyczne”. Wyniki zagraniczne sugerują, że zmodyfikowane transgeny mogą nawet przeniknąć do dzikich gatunków roślinnych, tworząc „superchwasty”, a nawet z czasem przedostać się w obręb rezerwatów przyrody i parków narodowych. Poważna redukcja krajowej różnorodności biologicznej jest więc zupełnie realna, co wspiera wymóg pilnego podjęcia badań nad możliwymi skutkami ubocznymi. Interdyscyplinarny program badawczy, wsparty finansowo przez Polską Akademię Nauk oraz Ministerstwo Rolnictwa i Ministerstwo Środowiska, powinien zostać rozpoczęty jak najszybciej. Dlatego około 15-letnie moratorium na uwalnianie kontrowersyjnych odmian GMO (tych z transgenem Bt i z odpornością na pestycydy) jest absolutną koniecznością.

W biotechnologii wydzielane są trzy główne gałęzie: biotechnologia farmakologiczna (czerwona), przemysłowa (biała) i rolniczo-żywnościowa (zielona). Podział ten jest ważny nie tylko ze względu na różne cele modyfikowania organizmów, lecz także niejednakowe ryzyko, z jakim poszczególne grupy GMO wymknąwszy się spod kontroli (uwolnione do

środowiska), mogłyby spowodować problemy w rolnictwie tradycyjnym oraz w dzikiej przyrodzie. O ile organizmy z grupy pierwszej są przetrzymywane w zamkniętych laboratoriach, a z grupy przemysłowej stosowane w półzamkniętych układach, uwalniane tylko lokalnie w miejscach skażenia środowiska, o tyle „zielona” biotechnologia tworzy zmodyfikowane for-

my roślinne i zwierzęce z zamiarem szerokiego uwolnienia ich do środowiska. Jednak od momentu ich uwolnienia takie organizmy przestają podlegać tylko technologiom biochemiczno-molekularnym, a stają się żywymi formami wprowadzanymi *de novo* do przyrody. Mnożąc się, mutując, krzyżując z innymi formami, migrując, mogą one (a wraz z nimi zawarte w nich transgeny, jeśli wprowadzone na pola uprawne) nieuchronnie przeniknąć kiedyś nie tylko do upraw odmian tradycyjnych, lecz także do dzikiej przyrody, prawdopodobnie nawet do chronionych rezerwatów przyrody i parków narodowych (co niżej omawiam), zmieniając w nieznanym jeszcze sposób stan ekosystemów naturalnych. Jest to zjawisko z zakresu synekologii – podobne do przypadków ryzykownego wprowadzania do ekosystemów naturalnych obcych gatunków, „form inwazyjnych” i jako takie, zjawisko to nie może być oceniane (jak się to dzieje obecnie) tylko przez biologów molekularnych z całkowitym wykluczeniem ekologów i specjalistów od ekologii rolnictwa i gleboznawców. W tym punkcie nagminnie narusza się zasadę kompetencji zawodowej.

Ludzie mądrzy głoszą od stuleci, że w obliczu zawsze niedostatecznej wiedzy o świecie istnieje konieczność podejmowania ryzykownych decyzji, a w konsekwencji – nieuchronność popełniania błędów. Najważniejsze jednak jest to, czy skłonni jesteśmy dostrzec negatywne skutki swoich decyzji oraz w porę z niektórymi z nich się wycofać. Ostatnio w ferworze dyskusji o GMO zamiast tak rozważnego podejścia strony stosują skróty myślowe, niedomówienia, uproszczenia i niecisłe uogólnienia, które podchwyczone przez media brzmią jako rzekomo tylko czarno-biały wybór: albo „rozumnie” mamy być bezkrytycznie za wszystkimi rodzajami GMO, albo fundamentalistycznie i „ślepo” przeciw wszelkim manipulacjom genetycznym. W ramach tej polaryzacji strona biotechnologiczna przedstawia oponentów jako „nawiedzonych”, ukrywając przed opinią publiczną fakt, że większość naukowo uzasadnionych sprzeciwów wobec roślin GM dotyczy dość wąskiej ich grupy stanowiącej 5–10% ogółu odmian.

Chodzi tu głównie o rośliny uprawne z wszczepionymi kontrowersyjnymi genami powodującymi albo wytwarzanie toksyn przeciw szkodnikom albo uzyskanie odporności na pestycydy mające chronić tylko GMO. Bo akurat ta grupa GMO obiecuje koncernom agrotechnicznym wielkie dochody, w wyniku podboju świata z pomocą produktów wytworzonych z GMO, oraz w połączeniu z monopolizacją dostępu do ziarna siewnego i globalizacyjnym ściąganiem maksymalnych zysków ([www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org)). A zarazem ze skrzyżnym ukrywaniem kosztów ekologicznych i społeczno-gospodarczych – w tym z ukryciem możliwości wykonurowania i doprowadzenia do bankructwa milionów drobnych rolników.

Każdy, kto wierzy, że genetycznie zmodyfikowane uprawy stworzono dla dobra tej planety powinien przeczytać tę książkę. Przedstawia ona doskonałą analizę przechwytywania globalnej produkcji żywności przez korporacje (z opinii o brytyjskiej książce M. Lappé i B. Bailey, 1999)<sup>1</sup>.

Artykuł, z którego cytaty zamieszczono powyżej, omawia już potwierdzone lub wysoce prawdopodobne skutki ekologiczne i gospodarczo-społeczne niepoprzedzonego badaniami wprowadzania do Polski **niektórych** zmienionych genetycznie roślin uprawnych albo wytwarzanych z nich pasz. Trzeba by tu **każdorazowo rozważyć, jaki gen do rośliny został wprowadzony: czy dla środowiska dość neutralny (np. podwyższający zawartość tłuszczu w rzepaku, cukru w ogórkach, jakość włókien w lnieniu), czy gen wytwarzający toksyny typu Bt lub odporność na herbicyd Roundup, nieobjętne zarówno dla udomowionych, jak i dla dzikich gatunków.**

Natomiast kwestię negatywnego wpływu GMO na ludzkie zdrowie, jako domenę lekarzy i żywieniowców, pozostawiam nierozstrzygniętą, choć zdaję sobie sprawę z poważnego

<sup>1</sup> Tłumaczenia cytatów w tekście – L.T. (przyp. red.).

ryzyka ukrytego i w tym zakresie (por: [www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org) lub Smith 2007 lub [www.responsibletechnology.org/GMFree?MediaCentre/ReleaseAustrianGovernmentStudy/index.cfm](http://www.responsibletechnology.org/GMFree?MediaCentre/ReleaseAustrianGovernmentStudy/index.cfm)). Wiosną 2009 roku Amerykańska Akademia Medycyny Środowiska (American Academy of Environmental Medicine) stwierdziwszy, że „(...) żywność genetycznie zmodyfikowana stanowi poważne ryzyko dla zdrowia”, wezwała władze do wprowadzenia natychmiastowego moratorium na jej rozpowszechnianie. Podobny był apel lekarzy hinduskich (<http://bit.ly/4DLPOo>).

### Uchylenie się od badania skutków ubocznych

Prawidłową zasadą w nauce jest, że jeśli ktoś powątpiewa w jakieś wyniki to: a) podejmuje badania sprawdzające, i to wspólnie z oponentami, b) prowadzi z nimi dyskusje merytoryczne dla wyjaśnienia rozbieżności i wspólnego znalezienia prawdziwego rozwiązania. Szkoda zatem (por. Narkiewicz-Jodko 2006), że tak liczni w polskich kręgach naukowych zwolennicy upraw i pasz z GMO nie wykorzystali swego potencjału ani minionych kilkunastu lat na wspólne z ekologami i gleboznawcami przeprowadzenie interdyscyplinarnych badań wyjaśniających rzeczywisty wpływ GMO na środowisko i na nasze rolnictwo. Zignorowano apele Komitetu Ochrony Przyrody PAN kierowane do Polskiej Akademii Nauk i do Ministerstwa Środowiska o podjęcie takich prac na polstkach doświadczalnych z roślinami GM. Zignorowano też mój apel wygłoszony w Białymstoku na Zjeździe Biotechnologów jesienią 2006 roku.

Tylko niezależne badania testujące mogą dowieść, czy istnieją lub na pewno nie istnieją negatywne skutki uboczne wywołane choćby plejotropowym działaniem niektórych transgenów. Niestety, zdominowany przez biologów molekularnych „monokulturowy” establishment naukowy w zakresie nauk biologicznych (z którego wykluczono ekologów – powtarzając w mediach i publikacjach slogan „nie ma dowodów na negatywne skutki”) nie określił precyzyjnie nawet tego, których odmian GMO

opinia ta dotyczy. Stwarzając fałszywe wrażenie jakoby wszystkie one były nieszkodliwe dla: ludzi, zwierząt hodowlanych, upraw tradycyjnych i ekologicznych, dzikich ekosystemów. Wyników falsyfikujących taką tezę zgodnie z wymogami metody hipotetyczno-dedukcyjnej K. Poppera nikt jednak nie przedstawił. **Mamy tu przypadek, kiedy słabo uzasadniony wynikami badań paradygmat (w sensie T. Kuhna) a priori mocno wsparty ekonomicznie i politycznie hamuje poznanie prawdy.**

W świetle liczącego już setki pozycji piśmiennictwa zagranicznego zaprzeczanie istnieniu niepokojących skutków ubocznych uwalniania do środowiska **niektórych** typów GMO (z transgenem Bt lub odpornością na herbicyd Roundup) wynika albo z niewiedzy, albo ze świadomego rozpowszechniania kłamliwych sloganów koncernów biotechnologicznych. O tym ostatnim biochemik, prof. J.B. Neilands, z Zakładu Biochemii i Biologii Molekularnej na Uniwersytecie Berkeley, napisał w przedmowie do książki Lappé i Bailey (1999): „Czytanie książki *Against the Grain* daje odporność wobec bzdur rozpowszechnianych przez ludzi służących koncernom”. I dalej: „Dane naukowe agrobiznesu i rządowych laboratoriów powinny być traktowane z nieufnością”. Obawy te nie są bezpodstawne, gdyż wykazano, że 2/3 publikacji biologów molekularnych ukrywało fakt, iż ich prace były opatentowane lub zleczone przez różne firmy biznesowe (Mayer S. 2006 w „Journal of Medical Ethics”).

Przyczyną nierównej siły perswazji stron jest w Polsce sama nierówność pozycji obu spierających się dziedzin nauki. O ile mamy dziś u nas, według prof. T. Twardowskiego, ponad 100 akademickich placówek biotechnologicznych, 8000 studentów i około 200 przedsiębiorstw biotechnologicznych, to **kwitnąca w latach 70. i 80. XX wieku ekologia (jako nauka) dziś została zredukowana do kilku niewielkich placówek akademickich oraz kilkuset studentów. Jest to samobójczy trend w polskiej nauce, bo na świecie trwa akurat intensywna ekologizacja myśli gospodarczej i politycznej** wychodząca z przekonania, że główne zagrożenia dla trwania naszej

cywilizacji są akurat natury ekologicznej, a nie molekularnej (Capra 1987, Wilson 2003, Gore 2007, *Green New Deal* nowego prezydenta USA).

Co więcej, sama myśl biotechnologiczna, jeśli nienadzorowana społecznie, może zrodzić zagrożenia dla cywilizacji. Przed bezkrytycyzmem wobec niektórych manipulacji genetycznych ostrzegają nie tylko zawodowi ekolodzy. Brytyjscy biologowie molekularni, dr Mae-Wan Ho i prof. J. Cummins (Ho, Ryan, Cummins 2000; Ho 2003; Ho, Cummins 2007) oraz Brytyjskie Towarzystwo Medyczne ostrzegają, że rekombinacje DNA są technologią jeszcze bardzo toporną i dlatego mogąca niezamierzenie tworzyć groźne mikroorganizmy oraz rozpowszechniać szkodliwe ekologicznie lub zdrowotnie toksyny. Prof. Christiane Nuesslein-Volhard, genetyk z Tübingen, noblistka, uspakaja znamiennymi słowami:

Dziesięć lat temu biologowie (...) planowali wyhodowanie takich odmian roślin, które będą dwa razy szybciej asymilować (...), zapowiadała stworzenie ziemniaków rosnących nie tylko w ziemi, ale i na krzaku rośliny. Dziś z tych wielkich planów zostało tyle, że mamy rośliny mniej lub bardziej odporne na grzyby i szkodniki. Ale szkodniki szybko się „uczą” i potrafią już sobie z nimi radzić (...). Przypuszczam, że manipulacje genami, klonowanie i absolutna kontrola nad naturą też pozostaną w sferze marzeń.

To dlatego tak ważne są niezależne **pol-  
skie badania kontrolne**. Nasi zawodowi ekologowie nie twierdzą, że znamy już wszystkie skutki uboczne GMO, a tylko, że bez obiektywnych i wnikliwych badań znać ich długo nie będziemy. W 2006 roku w kraju eksperymentalnie obsiano kukurydzą zmodyfikowaną MON 810 300 ha, a w 2008 roku już 3000 ha. Zamiast wdrożenia wspólnych z ekologami i rolnikami badań członkowie Wydziałów Nauk Biologicznych i Nauk Rolniczych PAN na zebraniu w 2007 roku uznali, bez najmniejszych dowodów, że te uprawy są absolutnie nieszkodliwe. Przyszłość pokaże, komu tym pomogli bardziej: społeczeństwu i naszej przyrodzie, czy też zagranicznym firmom biznesowym

dążącym do ekonomicznego wyparcia drobno-  
go rolnictwa rodzinnego (zagwarantowanego u nas w Konstytucji RP w art. 23).

W przypadku nowych technologii w Unii Europejskiej obowiązuje zasada „zanieczyszczający płaci”, która obowiązek prowadzenia i finansowania badań nad możliwymi skutkami ubocznymi nakłada na twórców nowych technologii, a nie na ich oponentów. Nie może to być spychanie obowiązku wykazania ewentualnej szkodliwości produktu na poszkodowanych, jako zwykle nieposiadających równorzędnych środków na badania (rolników, przyrodników). Tymczasem koncerny biotechnologiczne posuwają się jeszcze dalej: zabraniają pod groźbą sprawy sądowej użycia ich zmodyfikowanego ziarna do przeprowadzania sprawdzających badań nad ewentualnymi skutkami ubocznymi dla środowiska (wg redakcji „Scientific American” – zob. Editors 2009).

**Najnowszym przejawem niedopuszczalnej stronniczości części polskich władz jest to, że w ocenianym ostatnio (grudzień 2009 r.) projekcie Ustawy o GMO przewiduje się społeczne konsultowanie decyzji o GM tylko z instytutami i komitetami naukowymi zwolenników, a nie przewidując takowych ani z Państwową Radą Ochrony Przyrody, ani z Komitetami Ekologii, Botaniki czy Ochrony Przyrody PAN, ani z instytutami ekologii, ochrony przyrody czy gleboznawstwa! Podobnie w doradczej Komisji ds. Organizmów Genetycznie Zmodyfikowanych wśród przedstawicieli nauki nie przewiduje się (art. 24.1) ani ekologów, ani gleboznawców, ani botaników. A zgodę na założenie upraw GM według tego projektu mają dawać zupełnie niekształceni w tych sprawach rolnicy – sąsiedzi danego kontraktatora ziarna zmodyfikowanego! Kontraktator może łatwo od nich taką zgodę uzyskać albo nieprawdziwymi informacjami, albo łapówkami.**

#### **Dezinformacja i ukrywanie niewygodnych faktów**

Zdaniem prof. Z. Baumaną żyjemy w „wieku kłamstwa”. A wg G. Orwella „w czasach po-

wszechnego oszustwa mówienie prawdy jest aktem rewolucyjnym?

Także w Polsce nie ma swobodnej dyskusji na kilka bardzo ważnych tematów, w tym w poruszanej tu sprawie. Zwolennicy szybkiego wprowadzenia upraw GMO i zalania kraju wyłącznie wytworzonymi z nich paszami (co już się stało) powtarzają, iż nie stwierdzono negatywnych skutków ubocznych GMO. Choć jest to nieprawda, to powiązani rodzinnie z niektórymi biotechnologami pracownicy opiniotwórczych mediów reklamują tylko ich opinie, skrupulatnie nie dopuszczając do upublicznienia niewygodnych wyników badań. Przykładowo w 2007 roku „Gazeta Wyborcza” po uprzednim zaproszeniu do publicznej dyskusji o GMO odrzuciła wypowiedzi aż czterech profesorów genetyki i ekologii, wraz z piszącym te słowa. Stronnicze media nie ujawniają naszemu społeczeństwu tego, że dysponujemy już:

- mocnymi dowodami na szkodliwość ekologiczną i zdrowotną **niektórych** form GMO u ssaków, a więc prawdopodobnie i u ludzi. Wnioski te wynikają z doświadczeń na zwierzętach laboratoryjnych przeprowadzonych przez doktorów: zwolnionego z pracy i oczernionego A. Pusztai (patrz: Smith 2007 oraz GMWatch 2009), I. Chapeli, prof. J. Cumminsa, D. Quista, M. Konovalovej, R. Mazza, G-E. Seralini, J.S. de Vendomois, I. Erma-kowej, prof. Zenteka i innych; podobne wyniki uzyskano już w 9 krajach, m.in. w badaniach francuskich ujawniających jak trzy odmiany GM kukurydzy (NK 603, MON 810 i MON 863) powodowały uszkodzenia wątroby, nerek i innych organów wewnętrznych u karmionych nimi szczurów (de Vendomois J.S. i in. 2009; por. też raport z austriackich rządowych badań: [www.responsibletechnology.org/GMFree/MediaCenter/ReleaseAustrianGovernmentStudy/index.cfm](http://www.responsibletechnology.org/GMFree/MediaCenter/ReleaseAustrianGovernmentStudy/index.cfm));
- książkami podsumowującymi wiedzę o innych ujemnych stronach upraw GMO: Lappé i Bailey (1999), Smith (2007) czy Wiąckowski (2008);

- przemilczanymi u nas książkami znanej badaczki, biologa – genetyka molekularnego, dr Mae-Wan Ho (1999, 2003);
- stroną internetową zestawiającą bieżące wyniki badań ujawniających m.in. słabe strony GMO oraz wykryte w tej domenie oszustwa dokonywane w trakcie badań kontrolnych ([www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org), już 82 raporty miesięczne).

W Nowej Zelandii ujawniono nawet próbę zatajenia przypadku powstania **odporności u owadów na trucizny wytwarzane przez transgen Bt** ([www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org), 2006). To ważne odkrycie oznacza, że cel tworzenia toksycznych roślin (dla niszczenia owadzych szkodników) może nigdy nie zostać osiągnięty z powodu „mikroewolucyjnego wyścigu zbrojeń”. **Jednak raz wprowadzona owa toksyczność wyniszczy w uprawach i może nawet w dzikiej przyrodzie znaczną część gatunków pożytecznych lub neutralnych gospodarczo, a bardzo ważnych ekologicznie.**

### Spodziewane lub stwierdzone zagrożenia ekologiczne

Przed trzema dekadami, kiedy zaczynały się eksperymenty biotechnologiczne, wiedza o ubocznych skutkach zmian w genomie była jeszcze ograniczona. Na przykład prawie nic nie wiadano o poziomym transferze genów, czyli o przekazywaniu ich nie w linii dziedziczenia z rodziców na potomków, ale z jednego gatunku na inny. Sądzono, że gatunki są zamknięte na obce geny. W kręgach biotechnologów nadal powtarza się twierdzenie o braku dowodów na przechodzenie transgenów pomiędzy gatunkami z grupy wyższych organizmów (*Eucariota*), w tym pomiędzy roślinami lub pomiędzy gatunkami zwierząt. Jednak są również głosy badaczy mówiące, że jest inaczej, czego dowodzą publikacje dr Mae-Wan Ho (2003) i prof. J. Cumminsa (Ho, Cummins 2007). Czytamy w nich m.in.:

Obecne dowody potwierdzają, że transgeniczne DNA przeskakuje gatunkowo do bakterii, i nawet



do roślin i zwierząt. Zwłaszcza *Agrobacterium tumefaciens*, bakteria glebowa, stała się głównym genetycznym wektorem w tworzeniu roślin transgenicznych. Wektor *Agrobacterium* z transgenicznej rośliny może być wehikulem dla ucieczki genu i może go przekazać do wielu bakterii, jak i do komórek ludzkich. Transgeniczny DNA jest tak uformowany, by przeskakiwał do genomów (innych gatunków), często z pomocą wirusowych lub bakteryjnych wektorów plazmidowych, które mogą się wbudowywać w inne genomy.

Dziś już wiemy, że poziomy przepływ genów pomiędzy wyraźnie wyodrębnionymi taksonami zdarza się w przyrodzie znacznie częściej. Krzyżowanie międzygatunkowe, wprawdzie nie masowo, ale jednak dość regularne, zdarza się, i to pomiędzy aż 10–25% dzikich gatunków roślin wyższych i zwierząt, a w niektórych ich grupach nawet pomiędzy 60% gatunków (Mallet 1995; Aliabadian, Nijman 2007). W pewnym stopniu ten transfer genów został nasilony sztucznie przez antropogeniczne zmiany w środowisku lub w gatunkowych zasięgach geograficznych (inicjujące ekspansje geograficzne gatunków), co sprzyja przełamaniu barier rozrodczych pomiędzy gatunkami i rodzajami. Czasem prowadzi to do zlewania się dwóch gatunków w jeden (introgresja), zamiast procesów różnicowania i dzielenia się gatunków na potomne (specjacja). To zaś oznacza, że transgen toksyczności Bt wprowadzony do jednego gatunku rośliny (do odmiany udomowionej, np. rzepaku *Brassica napus*) może na drodze krzyżowania międzygatunkowego przedostać się do kilkunastu pokrewnych gatunków dzikich z grupy roślin krzyżowych *Cruciferae*. Takie sporadyczne krzyżowanie się odmian GM z dzikimi gatunkami zostało już udowodnione w Anglii, co początkowo niesłusznie zlekceważono (Lappé, Bailey 1999).

Na tle sprowokowanej przez człowieka inwazji gatunków obcych, która już sama przez się niesie zagrożenie nowymi chorobami i szkodnikami, dodatkowa ekspansja GMO wymuszona handlowymi i politycznymi naciskami ze strony biotechnologicznych korporacji i niektórych

rządów (Rifkin 2005, Kołodko 2008) jawi się jako kolejny krok ku szkodliwej **uniformizacji** organizmów na planecie. Ewolucyjne konsekwencje tych zaburzeń nie są jeszcze znane. Ale wiemy, że i bez tego, już z innych powodów, dziennie wymiera na Ziemi kilkadziesiąt gatunków (Wilson 1999).

Zamiast szerokiej edukacji oraz ratowania tego, co się jeszcze da, instytuty ekologiczne bywają u nas zamykane (np. Instytut Ekologii PAN w Dziekanowie Leśnym pod Warszawą), nowe kadry ekologiczne nie są kształcone, ani zwłaszcza zatrudniane w administracji rządowej i samorządowej, podczas gdy bogate koncerny podsycają „pożar bioróżnorodności” produkując GMO mogące konkurować z dzikimi formami. Oczywiście, żadna korporacja biotechnologiczna nie wspiera badań nad tempem i przyczynami ubożenia różnorodności biologicznej.

#### **Nagminne ignorowanie opóźnienia skutków w zjawiskach ekologicznych**

Procesy natury ekologicznej nierzadko ujawniają się w sposób dla nas wykrywalny dopiero ze znacznym opóźnieniem od momentu kontaktu pomiędzy elementami uczestniczącymi. Ekolodzy i praktycy rolnictwa wiedzą o tym od dawna. Tymczasem „koncernowe” prace testujące skuteczność izolowania upraw GMO od upraw tradycyjnych całkowicie ignorują to zjawisko opóźnienia. Na przykład brytyjska praca Brookes i Barfoot (2003) wykonana na zlecenie Agricultural Biotechnology Council mimo badań prowadzonych przez zaledwie 5 sezonów konkluduje nieuprawnienie, że „po wielu latach koegzystencji” nie stwierdzono mieszania się obu odmian (tradycyjnej i zmodyfikowanej), które sprawiałoby, uwaga! „(...) ekonomiczne i handlowe problemy”. O skutkach przyrodniczych ich mieszania się i zjawisku opóźnienia efektów publikacje te milczą.

Z podobnych powodów skutki uboczne także wcześniejszych kontrowersyjnych nowinek bywały ujawniane w przyrodzie lub w oddziaływaniu na ludzi dopiero po kilkadziesiąt lat, np. w przypadku negatywnych

skutków papierosów, azbestu, DDT, defolianta „orange agent”, freonów czy pestycydów. Ich producenci (te same firmy biotechnologiczne) i wtedy się zaklinali, że skutki będą tylko dobroczynne! Oznacza to, że:

- **brak dostrzeżenia już dziś ubocznych skutków upraw GMO nie wyklucza ich wystąpienia w przyszłości, zwłaszcza w zmienionych okolicznościach;**
- **uboczne skutki takich upraw możemy poznać dopiero za 1–2 pokolenia, czyli za 25–50 lat.**

### ***Rozprzestrzenianie GMO w przyrodzie jest nieodwracalne***

Już biochemik, prof. J.B. Neilands (Uniwersytet w Berkeley) ostrzegał: „Transgeniczne ziarno może wkrótce pozostać jedynym dostępnym”. Podobnie, zdaniem Europejczyków (Independent Science Panel 2003), rozdzielenie współistnienia upraw tradycyjnych i transgenicznych byłoby bardzo trudne albo w ogóle niemożliwe do utrzymania. Nie tylko sąsiednie uprawy, ale nawet oceany nie izolują kontynentów całkowicie, bo „plankton powietrzny” zbierany kilka km nad oceanami składa się z dziesiątków lądowych drobnych gatunków lub ich form przetrwalnikowych, a pył z Sahary dociera do Europy i na Półwysep Indyjski. Publikowane na zamówienie koncernów wyniki obserwacji nad rozsiewaniem się nasion lub pyłków roślinnych nie uwzględniają najważniejszych dla dalekich przemieszczeń zjawisk sporadycznych – wichur, trąb powietrznych, powodzi, dalekodystansowego transportu antropogenicznego, ptasiego czy przez pszczoły. Choć wobec ocieplania się klimatu ekstremalne zjawiska, a także mobilne organizmy (np. ptaki, pszczoły, ludzie), mogą co kilka lat przenosić pyłek, nasiona i inne propagule organizmów żywych na dziesiątki i setki kilometrów (Elton 1967), a nie na kilkadziesiąt metrów, jak to koncerny wmówiły niemającym pojęcia o dyspersji organizmów unijnym urzędnikom. Część zatem prac sprawdzających dyspersję ewidentnie opiera się na testach przeprowadzonych podczas wyjątkowych sezonów, tj. bez silniejszych wiatrów

w okresie pylenia roślin. Nie bierze się pod uwagę fluktuacji i zmian klimatycznych stwarzających coraz lepsze warunki do ekspansji (ocieplenie, zanik przymrozków, zmieniony chemizm gleby, zmiany w opadach, powodzie). Dlatego nieobecność nawet przez parę lat badań krzyżówek w sąsiadujących uprawach tradycyjnych czy brak hybrydów międzygatunkowych z formami dzikimi absolutnie nie wyklucza możliwości ich powstania później.

Poraża tu naiwnością przedwczesne twórczenie wirtualnego prawa o kilkudziesięciometrowych strefach buforowych pomiędzy uprawami GMO a uprawami tradycyjnymi albo podobnych mających jakoby skutecznie izolować je od stanowisk gatunków dzikich. Jest to sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem!

Krzyżowanie się form GMO z odmianami tradycyjnymi powodujące ich genetyczne „zanieczyszczanie” jest realnym faktem. W obrębie odmian tego samego gatunku do takiego krzyżowania dochodzi na prawie nieograniczoną skalę (Haygood i in. 2003; Daniels i in. 2005). Wie to każdy ekolog i każdy rolnik. Na przykład w Kanadzie i Indiach pola upraw tradycyjnych i ekologicznych sąsiadujące z uprawami GM doświadczają już na wielką skalę „zanieczyszczenia genetycznego” (Smith 2007). Toczą się w tej sprawie liczne procesy sądowe.

W dalszej perspektywie powstaje groźba całkowitego wyparcia starych odmian hodowlanych. **Agronomiczne bogactwo genetyczne, które Polska wniosła do Unii, może przez wyparcie lub genetyczne zanieczyszczenie lokalnych kultywarów i miejscowych odmian zwierząt hodowlanych zrównać nas ze zubożoną pod tym względem zachodnią Europą.** Ta ostatnia zaś połowę swych odmian i ras hodowlanych utraciła już przed rokiem 1980 (Światowa Strategia Ochrony Przyrody, 1980). Postępując w ten sposób, pozbylibyśmy się jednej ze swych przewag i to bez jakiegokolwiek pilnej potrzeby wywołanej przykładowo niedostatkiem żywności, a tylko dla zwiększenia zysków grupce osób cierpiących na **chciwość**.

Z pozanaukowych powodów przemilcza się też w Polsce potrzebę rozwijania **biologicznej**

walki ze szkodnikami kukurydzy – owadami przybyłymi ostatnio do południowej Polski wraz z ociepleniem. Czyny się tak chyba po to, by tę okoliczność wykorzystać do nakłonienia zdesperowanych stratami rolników do siania kukurydzy GM jako rzekomego panaceum. Dotąd nikt jednak nie wie ani jakie będą tego skutki dla tysięcy gatunków współtworzących ekosystem polny z takimi uprawami, a zwłaszcza jego zespoły glebowe, ani jak długo jeszcze taka ochrona plonów będzie skuteczna, bo już na kilku kontynentach, m.in. w Nowej Zelandii, Puerto Rico, USA, stwierdzono pojawianie się owadów odpornych na toksynę Cry, co oznacza rozpoczęcie znanego w ochronie roślin zjawiska koewolucji środków ochronnych i uodporniających się na nie szkodników (www.gmwatch.org 76 raport). Kukurydza modyfikowana wkrótce przestanie się bronić przed szkodnikami (Tabashnik i in. 2009), ale modyfikację Bt (już bezużyteczną gospodarczo) zachowa w genomie, utrzymując zagrożenie dla innych gatunków, w tym dla form ważnych dla funkcjonowania ekosystemu oraz/lub pożytecznych gospodarczo.

### **Zagrożenia dla różnorodności biologicznej**

Niezależnie od przyszłych skutków – szkodliwych czy neutralnych – wprowadzenie nowego genetycznego czynnika do środowiska przyrodniczego jest **aktem nieodwracalnym**. Mamy tu bowiem nie chemikalia rozkładające się z upływem czasu, ale żywe organizmy rozmnażające się, mutujące, migrujące i zdolne do przystosowywania się. Zwolennicy GMO ignorują ten aspekt z powodu niezajomości tzw. **metapopulacyjnej struktury** wielu gatunków i jej genetycznych konsekwencji: już przeniknięcie jednego osobnika na generację przenosi do drugiej populacji ok. 90% zmienności genetycznej (Primack 1993). Uwolnienie do środowiska roślin GM jest więc w swych skutkach czymś diametralnie innym niż eksperyment na GM mikroorganizmach w zamkniętym laboratorium.

Składają się na to następujące zagrożenia pochodne:

**1. Nasilenie zaniku mozaikowości krajobrazu rolniczego.** Drobnomozaikowe rolnic-

two jest ostoją dla licznych kryptogamów, roślin i zwierząt, które zanikają wraz z monokulturą upraw związaną z wprowadzaniem GMO. Wielu skutków tego procesu jeszcze nie znamy, ale jest dobrze udokumentowane, że monokultury redukują bogactwo gatunkowe i zróżnicowanie genetyczne (Tischler 1980).

**2. Zaburzenie stanu gleb.** Dziś już wiemy, że uprawy, np. zmodyfikowanej kukurydzy MON 810, szeroko rozwleczonej po świecie, zagrażają glebowej faunie, florze i glebowym bakteriom, mogąc zmieniać różnorodność biologiczną miejsca, jak i warunki uprawy (Koechlin 1999; Lappé, Bailey 1999). Wielokrotnie stwierdzono, że kukurydza Bt zmienia skład zespołów bakteryjnych gleby, a transgeniczna kukurydza Bt 11 i Bt 176 hamuje kolonizowanie korzeni roślinnych przez pożyteczne grzyby mikoryzowe (Castaldini i in. 2005; Turrini i in. 2008). Zmienia ponadto skład włókninowych i glebowych zespołów bakterii, a jej pozostałości wpływają na intensywność oddychania gleby. Długofalowe skutki tych zmian są niejasne.

**3. Zaburzania innych związków mutualistycznych w ekosystemach naturalnych.** Dziś podkreśla się nie tylko znaczenie rywalizacji pomiędzy gatunkami (doboru naturalnego), ale i wielką wagę współpracy między nimi, czyli symbiozy (Margulis 2000). Wiele form mutualizmu/symbiozy opiera się na ścisłym dopasowaniu chemicznym, które może zostać naruszone plejotropowymi skutkami zmian w genach lub w metabolitach. Wykazano, że zmieniony chemizm GMO może wpływać poprzez pyłek lub zjadane tkanki rośliny na współżyjące z nią gatunki zwierząt bezkręgowych i kręgowych, zmieniając skład zespołów organizmów żywych (Altieri 1998; Hilbeck i in. 1998; Losey i in. 1999; Rissler, Mellon 1996). Jakie będą tego skutki ekologiczne, możemy się tylko domyślać.

W pracach sponsorowanych przez koncerny przemilcza się możliwość plejotropowego działania nowych, ukrytych (kryptycznych) cech na inne organizmy. Natomiast propagandowo uwypukla się fakt, że nie wszystkie grupy bezkręgowców są wrażliwe na wprowadzenie



nowego czynnika. Jest to jednak słaba pociecha, gdyż ludzkość nie zna funkcji ekologicznych 95% gatunków (Wilson 1999). Skutki ich wyginęcia ujawnią się dopiero po jakimś czasie. Na tym polega tzw. **ukryta (pośrednia) wartość ekonomiczna gatunków i dzikiej przyrody**, mierzona kosztami niezbędnymi dla naprawiania nierozważnych zaburzeń (Primack 1993). Istotna jest jednak **odwrotność owego wyniku badań**, czyli fakt udowodnienia, że część grup owadów, w tym wiele pożytecznych, naprawdę wymiera w miejscach upraw GMO!

**4. Zagrożenia dla roślin dzikich.** Skoro pomiędzy około 20–25% gatunków roślinnych zachodzi sporadyczna wymiana genów (Mallet 1995), głównie drogą krzyżówek międzygatunkowych, to taki poziomy przepływ genów oznacza, że wprowadzenie nowego transgenu (wraz ze zmodyfikowaną rośliną uprawną) do środowiska zagrazi z czasem czystości genetycznej także gatunków dzikich, zwłaszcza pokrewnych. Transgen Bt może być jednak przekazywany z pomocą wektorów-mikroorganizmów glebowych gatunkom nawet niespokrewnionym obcego pochodzenia np. soją, ziemniakiem czy kukurydzą inną drogą (Ho, Cummins 2003, 2007). To zaś oznacza możliwość niezamierzonego uzyskania broniącej przed owadami toksyczności Bt przez dzikie gatunki roślin, które staną się wtedy: a) niezjadanymi przez ich wrogów naturalnych i pleniącymi się nieograniczenie „superchwastami”, b) roślinami wytruwającymi gatunki pożyteczne, np. owady zjadające szkodniki upraw żerujące na toksycznych tkankach roślin GM. Powstawanie odpornych na herbicydy ponad 20 gatunków superchwastów wypierających inne gatunki roślin jest już znane powszechnie w Argentynie, Kanadzie i USA (wg serii artykułów w „New Scientist”). Potwierdzeniem takich obaw jest wykrycie w sierpniu 2008 roku w Australii trzech niemodyfikowanych genetycznie gatunków roślin, które pośrednio już uodporniły się na glyphosat (toksyczny składnik herbicydu Roundup stosowanego w uprawach GMO): rajgras *Lolium rigidum* oraz dwie odmiany chwastni-

cy *Echinochloa colona* i trawa *Urochloa panicoides* (www.weedsrc.org.au).

**5. Zagrożenia dla zwierząt dzikich i udomowionych.** Rośliny z genem Bt wytwarzają białka, które w alkalicznym środowisku przewodu pokarmowego wielu owadów stając się truciznami niszczą prócz szkodników także owady pożyteczne dla roślin oraz ważne dla ekosystemu. Seria prac wykazuje, że zmieniony chemizm GMO może wpływać poprzez zjadany pyłek lub tkanki rośliny na współżyjące z nią gatunki zwierząt bezkręgowych i kręgowych (m.in. Alteri 1998; Hilbeck i in. 1998; Losey i in. 1999). Nie wszystkich, bo niektóre gatunki są na to niewrażliwe. Wielokrotnie udowodniono też szkodliwe skutki karmienia zwierząt laboratoryjnych tkankami GM ziemniaków, soi i kukurydzy: u szczurów i myszy powodowało to zwiększoną śmiertelność potomstwa, liczne wady rozwojowe i poważne zmiany chorobowe (np. Pusztai 2002; Ermakova 2007; Malatesta i in. 2005). Zapewne podobny jest wpływ na dzikie ssaki. Jakie będą tego skutki ekologiczne, nie wiemy.

**6. Zagrożenie dla owadów zapylających rośliny kwiatowe.** W Europie i Ameryce Północnej masowo giną trzmiele i pszczoły, np. we Francji produkcja miodu przez dziewięć lat spadła o połowę. Przyczyną jest zespół chorobowy CCD – według badań dr F. Minderbindera (2007) z Federalnego Departamentu Rolnictwa USA oraz Niemców W. Haefekera i innych (Latsch 2007) – nasilany przez zjedanie pyłku roślin GM, których toksyny osłabiają układ trawienny pszczoł, otwierając drogę pasożytom *Nosema apis* i *N. ceranae* (Cornman i in. 2009). Zespół meksykański (Ramirez-Romero i in. 2008) wykazał, że wysoka koncentracja białka Cry1Ab z rośliny z transgenem Bt powodowała zaburzenia w efektywności żerowania pszczoł i ich zdolności do uczenia się, co zdaje się ograniczać zdolność do zdobywania pożytków. Dodatkowo herbicyd Roundup, jako najczęściej stosowany środek ochrony roślin GM, niszczy chwasty i zioła na polu, dające nektar owadom. Jest to efekt uboczny wprowadzania roślin GMO. Trzy doświadczenia ujawniły, że poletka z rzepakiem z odpornością na herbi-

cyd Roundup powodowały ginięcie większości motyli i połowy pszczoł, a same uprawy miały pod koniec wegetacji mniej zapylonych kwiatów i mniejszą różnorodność biologiczną w porównaniu z poletkami konwencjonalnymi (Haughton i in. 2003; Bohan i in. 2005; Morandin, Winston 2005). W Polsce negatywny wpływ na owady pszczołowe mają podobno oba typy genetycznych modyfikacji roślin: A – rośliny uodpornione na herbicyd (np. rzepak RR), i B – rośliny uodpornione (z transgenem Bt) na atak niektórych owadów-szkodników (kukurydza, bawełna, pomidory) („Pszczelarz Polski”: 12/ 2007 i 1/2008).

### **7. Zagrożenia dla organizmów wodnych.**

Na zlecenie Amerykańskiej Akademii Nauk przeprowadzone na czterech uniwersytetach (Indiana, Loyola w Chicago, Notre Dame oraz Płd. Illinois) badania wykazały (Rosi-Marshall i in. 2007), że uprawa kukurydzy Bt może zmieniać sąsiednie ekosystemy wodne. Spłukane do cieków i zbiorników wodnych części roślin (detrytus) i pyłki z toksyną Bt są niebezpieczne dla owadów wodnych, np. chrzączek, które z kolei są ważnym pożywieniem ryb i innych zwierząt, nawet tych żyjących z dala od upraw Bt.

### **8. Zagrożenia dla dzikich ekosystemów.**

Rozprzestrzenianie się raz uwolnionego do środowiska GMO nie da się powstrzymać. Częsty poziomy transfer genów sprawia, że przenikanie nowych transgenów do dzikich roślin i innych organizmów w dzikiej przyrodzie jest kwestią czasu. Nie ma sposobu na zabezpieczenie „czystości genetycznej” gatunków dzikich pokrewnych gatunkom modyfikowanym. Z kolei tkanki zmodyfikowanych roślin zjadane przez różne bezkręgowce mogą powodować ich śmiertelność zmieniając skład zespołów zwierzęcych. W tym świetle graniczą z szaleństwem amerykańskie i kanadyjskie eksperymenty nad tworzeniem genetycznie zmodyfikowanych pospolitych drzew (świerka, topoli, osiki). Grozi to rozpowszechnieniem się nowych transgenów w całych biomach leśnych północnej półkuli i być może powstaniem „GM lasów” pozbawionych setek tysięcy dzi-

siaj w nich żyjących gatunków symbiotycznych (Choraży 2007, Robinson 2007).

### **Podważenie prawnych i praktycznych podstaw ochrony przyrody**

Jeżeli trwałe utrzymanie upraw transgenicznymi w izolacji nie jest możliwe, co wykazano powyżej, to niesie to olbrzymie zagrożenie dla całego budowanego mozołnie systemu ochrony przyrody. Pod znakiem zapytania może stać przydatność doskonalonych przez około sto lat przepisów prawa, w tym tego o ochronie czystości genetycznej dzikich gatunków. Nowe transgeny z czasem mogą bowiem przeniknąć do dzikich ekosystemów, powodując ekspansję nowych form oraz zmienianie lub wypieranie tradycyjnych.

Niewywołane wyższą koniecznością (nie-dostatkiem żywności) redukowaniem różnorodności biologicznej przez przemysłowe uprawy transgeniczne jawnie pogwałca Światową Strategię Ochrony Przyrody (1980) oraz narusza podstawy Rozwoju Zrównoważonego (Raport *Caring for the Earth*, 1991). Narusza też międzynarodową Konwencję o Ochronie Różnorodności Biologicznej, która może z czasem stać się tylko historycznym zdarzeniem, zmieniając się w pustą deklarację wobec niemożności zatrzymania ekspansji niektórych roślin i mikroorganizmów-wektorów pewnych transgenów. Granice rezerwatów przyrody i parków narodowych zostaną skrytycznie przekroczone przez transgeny pochodzące z GM roślin uprawnych lub przez rośliny dzikie z nabytą odpornością na Roundup, wywołując nieznanne jeszcze skutki ekologiczne i mikroewolucyjne. Z czasem znaczna część dzikiej flory może zostać zanieczyszczona nowymi transgenami.

### **Wnioski**

Skutki zjawisk o charakterze zdrowotnym i ekologicznym bywają rozpoznawane z opóźnieniem całych dziesięcioleci, podobnie jak w przypadku rozpoznania ubocznych skutków palenia papierosów, stosowania DDT, PCB, pe-

stycydów itp. Wobec braku niezależnych badań dzisiejsze twierdzenia o nieszkodliwości GMO są jeszcze nienaukowe.

Wpływ upraw GMO na przyrodę poznano ledwie śladowo. Jednak to, co już wiadomo, wystarczy, by wspierać rozważę. Zgodnie z prawodawstwem UE, w takiej sytuacji obowiązują zasady „przezorności” oraz „zanieczyszczający płaci”. Obowiązkiem producentów GMO jest udowodnienie, że nowy produkt nie niesie ryzyka.

Polska i Unia Europejska mają nadmiar żywności mogąc sobie pozwolić na wieloletnie moratorium na uprawy i pasze z GMO. Przez ten czas trzeba by dokładniej poznać wpływ upraw GMO i hodowli wielkofermowej (rozwiązanej przy użyciu kontrowersyjnych pasz opar-

tych na GMO) nie tylko na uprawy tradycyjne i ekologiczne, ale na całe ekosystemy polne, a może i na tempo ocieplania się klimatu (raport FAO, 2006).

Zmiana prawa unijnego w odniesieniu do GMO staje się też bardzo prawdopodobna w obliczu sprzeciwu rosnącej liczby państw członkowskich. Do czasu, aż UE upora się z problemami prawn-administracyjnymi, władze RP powinny uniknąć włączenia naszego kraju do międzynarodowego obrotu tymi produktami. Tym bardziej że już istnieją znacznie bezpieczniejsze dla środowiska i ludzi technologie zwiększania plonów, takie jak *marker-assisted selection* (MAS) lub probiotechnologia SCD – być może bardziej godne szerokiego zastosowania w naszym kraju.

## WYBRANE PIŚMIENNICTWO

- Aliabadian M., Nijman V. 2007. General introduction: Avian hybrids – incidence and geographic distribution of hybridisation in birds. *Contrib. Zool.* 76: 59–61.
- Altieri M.A. 1998. The environmental risk of transgenic crops; an agriecological assessment. *Ag-Biotech News, Information* 10: 405–410.
- Bohan D.A. i in. 2005. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. *Proc. R. Soc.* [www.mindfully.org/2005/Bohan-Invertebrate7mar05.htm].
- Brookes G., Barfoot P. 2003. Co-existence of GM and non GM arable crops: case study in the UK. PG Economics Ltd, Dorchester.
- Capra F. 1987. Punkt zwrotny. PIW, Warszawa.
- Castaldini M., Turrini A., Sbrana C., Benedetti A., Marchionni M., Mocalis S., Fabiani A., Landi S., Santomassimo F., Pietrangeli B., Nutri M.P., Miclaus N., Giovanetti M. 2005. Impact of Bt corn on rhizospheric and soil eubacterial communities. *Appl. Environ. Microbiol.* 71 (11): 6719–6729.
- Chorąży M. 2007. Zagrożenia roślinami transgenicznymi. Dział Dokumentacji i Kancelarii Senatu. Warszawa.
- Cornman R.S., Chen Y.P., Schatz M.C., Street C., Zhao Y. i in. 2009. Genomic analyses of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of Honey Bees. *PLoS Pathog.* 5 (6): e1000466. doi:10.1371/journal.ppat.1000466.
- 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 [www.defra.gov.uk/environment/gm/research/pdf/epg\_1-5-151.pdf].
- Editors 2009. Do seed companies control GM crop research? *Sci. Am.*, 13 sierpnia [www.scientificamerican.com/article.cfm?id].
- Elton C.E. 1967. Ekologia inwazji zwierząt i roślin. PWRiL, Warszawa.
- Ermakova L.V. 2007. Experimental evidence of GMO hazards. Presentation at „Scientists for a GM Free Europe”. UE Parliament, Brussels, 12 czerwca 2007.
- FAO 2006. Lovestock’s Long Shadow – environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Electronic Publishing Policy, Rome.
- Gore A. 2007. Niewygodna prawda. Wyd. Sonia Draga, Katowice.

- Haughton A.J. i in. 2003. Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. II. Within field epigeal and aerial arthropods. Phil. Trans. R. Soc. B 358: 1863–1877.
- Haygood R., Ives A.R., Andow D.A. 2003. Consequences of recurrent gene flow from crops to wild relatives. Proc. Royal Soc. London B, Biol. Sci. 10.1098/rspb.2003.2426.
- Hilbeck A., Baumgartner M., Fried P.M., Bigler F. 1998. Effect transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae). Environ. Entomol. 27: 480–487.
- Ho M.-W. 1999. Genetic Engineering Dream of Nightmare? Gill & McMillan, Dublin/New York (przedruk 2007).
- Ho M.-W. 2003. Living with the Fluid Genome. ISIS & TWN, London/Penang.
- Ho M.-W., Cummins J. 2007. Horizontal Gene Transfer from GMOs Does Happen. ISIS Report for US Dept. Admin.
- Ho M.-W., Ryan A., Cummins J. 2000. Hazards of transgenic plants with the cauliflower mosaic viral promoter. Microb. Ecol. Health Dis. 12: 6–11.
- Independent Science Panel 2003. The Independent Science Panel on GM Final Report [www.i-sis.org.uk/ispr-summary.php].
- Koehlin F. 1999. Bt crops and their impact on insects and food webs. Marzec 1999 [www.biotech-info.net/insects2.html].
- Kołodko G.W. 2008. Wędrujący świat. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Konovalova M. 2007 [http://www.regnum.ru/english/813298.html].
- Lappé M., Bailey B. 1999. Against the Grain: The Genetic Transformation of Global Agriculture. Earthscan, London.
- Latsch G. 2007. Are GM crops killing bees? Spiegel International Online, 22 marca [www.spiegel.de/international/world/0,1518,473166,00.html].
- Losey J.E., Rayor L.S., Carter M.E. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. Nature 399: 214.
- Malatesta M., Tiberi C., Baldelli B., Batistelli S., Manuelli E., Biggiogera M. 2005. Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean. Eur. J. Histochem. 49: 237–242.
- Mallet J. 1995. A species definition for the modern synthesis. TREE 10: 294.
- Margulis L. 2000. Symbiotyczna planeta. Wyd. CIS, Warszawa.
- Mayer S. 2006. Declaration of patent applications as financial interests: a survey of practice among authors of papers on molecular biology in "Nature". J. Med. Ethics. 32: 658–661.
- Minderbinder F. 2007. FDA finds bees dying from genetically modified crops, pollens [http://www.the-spoof.com/news/spoofcfm?headline=s5i-6519].
- Morandin L.A., Winston M.C. 2005. Wild bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola. Ecol. Appl. 15: 871–881.
- Narkiewicz-Jodko J. 2006. Uwolnienie do środowiska organizmów transgenicznych bez wyników rzetelnych badań stanowi poważne zagrożenie. Zielenia Planeta 2 (66): 3–6.
- Primack R.B. 1993. Essentials of conservation biology. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Mass.
- Pusztai A. 2002. Can science give us the tools for recognizing possible health risks of GM food? Nutr. Health 16: 73–84.
- Ramirez-Romero R., Desneux N., Decoutye A., Chafiol A., Pham-Delegue M.H. 2008. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)? Ecotoxicol. Environ. Saf. 70 (2): 327–333.
- Rifkin J. 2005. Europejskie marzenie. Nadir, Warszawa.
- Rissler J., Mellon M. 1996. The ecological risk of engineered crops. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Mas.
- Robinson C. 2007. GM trees in USA. The Ecologist [www.theecologist.org/investigations/natural\_world/269747/gm\_trees\_in\_us.html].
- Rosi-Marshall E.J., Tank J.L., Royer T.V., Whiles M.R., Evans-White M., Chambers C., Griffiths N.A., Pokelsek J., Stephen M.L. 2007. Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. Comm. by G.E. Likens, Inst. of Ecosystem Studies. Proceedings National Academy of Sciences of the United States

- of America. Online, 9 października, 104 (41): 16204–16208.
- Smith J.M. 2007. Nasiona kłámstwa, czyli o łgarstwach przemysłu i rządów na temat żywności modyfikowanej genetycznie. Oficyna Wyd. 3.49, Poznań.
- Światowa Strategia Ochrony Przyrody 1980. Liga Ochrony Przyrody, Warszawa, 1985.
- Tabashnik B.F., Rensburg J.B.J., Carriere Y. 2009. Field-evolved insect resistance to Bt crops: definition, theory. *J. Econ. Ent.* 102 (6): 2011–2022.
- Tischler W. 1980. *Biologie der Kulturlandschaft*. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Turrini A., Sbrana C., Giovanetti M. 2008. Experimental systems to monitor the impact of transgenic corn on keystone soil microorganisms [[http://en.scientificcommons.org/alessandra\\_turrini](http://en.scientificcommons.org/alessandra_turrini)].
- Vendomois de J.S., Roullier F., Cellier D., Seralini G.-E. 2009. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *Int. J. Biol. Sci.* 5: 706–726.
- Wiąckowski S. 2008. Genetycznie modyfikowane organizmy: obietnice i fakty. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Wilson E.O. 2003. *Przyszłość życia*. Zysk i S-ka, Poznań.
- oraz liczne artykuły specjalistyczne z lat 2004–2007 ze stron 83 raportów [www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org) oraz [www.gmo-safety.eu/en/safety\\_science/68.docu.html](http://www.gmo-safety.eu/en/safety_science/68.docu.html)

## SUMMARY

### Tomiałojć L. Possible negative environmental side-effects of crops and feeds from some GMO plants

Chrońmy Przyr. Ojcz. 66 (5): 328–340, 2010

As so far, GM plants in Poland are grown at large only exceptionally, e.g. Mon810 corn mostly experimentally on 3 thousand ha. In view of the controversies heard from abroad, concerning possible negative consequences for the wild species and natural ecosystems, here it is argued that Poland needs: (a) a moratorium on a release of GM crops into the country's farmland and a blockade against any import of the GM-based feeds, (b) an independent domestic research on the possible environmental (chiefly in soil ecology) consequences of the GMO spread. Under Polish fine-grained farmland mosaics it is impossible to keep genetically modified and traditional crops of the same species permanently isolated. Our very dense rural population causes that a very fine-grained mosaic of crops appears especially vulnerable to "a genetic pollution" with modified strains of the cultivated plants. More than that, some biological data indicate, that modified transgens may even reach wild plant species, turning them into "superweeds". With time they may invade even the nature reserves and national parks. Serious reduction of the country's biodiversity seems quite realistic, which again, supports a need to start independent research of possible negative side-effects. Special interdisciplinary project, possibly supported financially by the Polish Academy of Sciences and two ministries of Agriculture and of Environment, should be started as soon as possible. To have time for own research a c. 15-year moratorium on the spread of GMO is urgently needed.