

IMPACT OF GMO AND TRANSGENIC FOOD ON ENVIRONMENTAL AND HEALTH SAFETY IN POLAND

WPLYW GMO I ŻYWNOCI TRANSGENICZNEJ NA BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE I ZDROWOTNE W POLSCE

Małgorzata Stawicka

Zakład Ekonomii

Wydział Administracji i Nauk Społecznych

Politechnika Warszawska

m.stawicka@ans.pw.edu.pl

ABSTRACTS

Achievements of genetics and molecular biology over recent decades have brought new opportunities such as possibility to modify the genotype of organisms by biomanipulation. Those opportunities have been used in medicine, the pharmaceutical industry and the practice of breeding plants and animals. Since the beginning they aroused enthusiasm but also raised concerns. GMO technology applied in relation to micro-organisms which are used in the industry or pharmacy, generally don't raise any controversy because GMOs are being held in a closed circuit and don't leak into the environment. Concerns are starting to appear when genetic modifications concern crops and livestock. GMOs enters then to food production, which takes place in the natural environment.

This article is dedicated to a few selected problems that are part of more complex issues associated with the introduction of large-scale cultivation of genetically modified organisms (GMO). In addition to issues directly concerning GMO, there are also issues presented that relate to the benefits and risks that GMO poses or may pose to human health and the environment. Questions have been raised whether the new food – genetically modified food, satisfies the conditions of environmental safety and health.

Osiągnięcia genetyki i biologii molekularnej ostatnich dziesięcioleci przyniosły nowe możliwości modyfikowania genotypu organizmów na drodze biomanipulacji. Możliwości te zaczęto najpierw wykorzystywać

w medycynie i przemyśle farmaceutycznym, a następnie w praktyce hodowlanej roślin i zwierząt. Jednak od początku budzą one zarówno entuzjazm, jak i obawy. Technologia GMO stosowana w odniesieniu do mikroorganizmów, wykorzystywanych w przemyśle czy farmacji, zasadniczo nie budzi kontrowersji, ponieważ GMO znajdują się w obiegu zamkniętym i nie wydostają się do środowiska. Obawy zaczynają się, gdy modyfikacje genetyczne dotyczą roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych. GMO wkracza wówczas do produkcji żywności, która odbywa się w środowisku naturalnym.

Niniejszy artykuł poświęcony jest wybranym problemom związanym z uprawą roślin genetycznie zmodyfikowanych (GMO) na szeroką skalę. Obok kwestii dotyczących bezpośrednio GMO poruszono zagadnienia związane z wpływem GMO na zdrowie człowieka i jego środowisko. Postawiono pytanie, czy nowa żywność, żywność zmodyfikowana genetycznie, spełnia warunki bezpieczeństwa ekologicznego i zdrowotnego.

KEY WORDS:

genetically modified organisms, genotype, genetically modified food, molecular farming

organizmy modyfikowane genetycznie, genotyp, żywność modyfikowana genetycznie, molekularne rolnictwo

WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo można najogólniej zdefiniować jako stan zapewniający poczucie pewności istnienia i gwarancję zachowania tego istnienia oraz szanse na jego doskonalenie. Odznacza się brakiem ryzyka utraty życia, zdrowia, pracy, szacunku, uczuć, dóbr materialnych i dóbr niematerialnych i jest naczelną potrzebą człowieka i grup społecznych, jak również podstawową potrzebą państw i systemów międzynarodowych.

Współcześnie do koncepcji bezpieczeństwa wprowadza się nowe kategorie, takie jak: stan gospodarki, prawodawstwo, poprawne stosunki wewnątrz państw i między państwami, wolność, równość i braterstwo (Pokruszyński, 2013, s. 170.).

Ze względu na obszar, jaki obejmuje, dzielimy je na bezpieczeństwo międzynarodowe, regionalne, narodowe, także zewnętrzne i wewnętrzne. W obszarze bezpieczeństwa narodowego można z kolei wyodrębnić bezpieczeństwo militarne, społeczne, ekonomiczne, informacyjne,

energetyczne, surowcowe, żywnościowe, zdrowotne i ekologiczne. Bezpieczeństwo ekologiczne i bezpieczeństwo żywnościowe stanowią zatem element bezpieczeństwa narodowego.

Odnosząc się do ogólnej definicji bezpieczeństwa, bezpieczeństwo narodowe można zdefiniować jako stan lub proces umożliwiający optymalny rozwój państwa zapewniający zabezpieczenie interesów i potrzeb obywateli, który jest uzyskiwany w wyniku zorganizowanej obrony i ochrony przed zagrożeniami o charakterze militarnym i niemilitarnym, zewnętrznym i wewnętrznym, przy użyciu nakładów i środków ze wszystkich obszarów aktywności państwa.

Z kolei bezpieczeństwo ekologiczne należy rozumieć jako zabezpieczenie egzystencji wszystkich elementów ekosystemu, przy użyciu różnych środków zgodnych z zasadami współżycia wewnętrznego państwa i społeczności międzynarodowej. Bezpieczeństwo ekologiczne określane jest zazwyczaj jako trwały i ciągły proces zmierzający do osiągnięcia pożądanego stanu środowiska naturalnego. Tak pojmowane bezpieczeństwo ujmuje się w dwóch aspektach. W aspekcie negatywnym widzi się źródła zagrożeń i sposoby ich unikania. Przedstawiciele tego poglądu widzą zagrożenia przede wszystkim w środowisku naturalnym i według nich przeciwdziałanie zagrożeniom zaczyna się dopiero po ujawnieniu się skutków. Zagrożenia ekologiczne mogą prowadzić do zaburzenia funkcjonowania ekosystemów, zagrożenia ludzkiego zdrowia i życia, a także trwałych strat gospodarczych, zmniejszając tempo rozwoju narodu i państwa (Ciszek, 2008, s. 33–36).

W drugim pozytywnym ujęciu zamiast eliminacji zagrożeń postuluje się takie przeorientowanie dotychczasowych stosunków społeczno-gospodarczych, które nie prowadziłyby do powstania kryzysu ekologicznego (Hull, 2008, s. 28.). Bezpieczeństwo ekologiczne wpisuje się zatem w ideę zrównoważonego rozwoju, która zakłada, iż rozwój społeczno-gospodarczy kraju należy zharmonizować ze środowiskiem naturalnym.

Od stanu środowiska naturalnego uzależnione jest z kolei bezpieczeństwo zdrowotne. Lalonde wyróżnił wśród czterech grup czynników warunkujących zdrowie właśnie czynniki środowiskowe, czyli wszystkie elementy środowiska, na które człowiek nie ma wpływu, lub jest on bardzo ograniczony; pozostałe to styl życia, jako zbiór decyzji i działań, które wpływają na zdrowie i które można w mniejszym lub większym stopniu kontrolować, biologia człowieka, czyli czynniki genetyczne, oraz organizacja opieki medycznej, w tym dostępność, jakość, organizacja, rodzaj, zasoby opieki medycznej. Lalonde podał jednocześnie rozkład

procentowy udziału poszczególnych czynników w kształtowaniu zdrowia. W przypadku krajów rozwiniętych przypisał on zachowaniom 50%, środowisku 20%, czynnikom biologicznym 15%, a opiece zdrowotnej 10% (Korporowicz, 2009, s. 116.). Społeczno-ekologiczny model zdrowia wpłynął na zmianę polityki zdrowotnej i inne spojrzenie na bezpieczeństwo zdrowotne na świecie. Bezpieczeństwo zdrowotne wspierane jest skuteczną polityką państwa i stało się strategicznym priorytetem we wszystkich krajach UE. Do tego stanu przyczynia się wzrost znaczenia między innymi takich czynników determinujących zdrowie jak: zmiany warunków środowiskowych, związanych także z rozwojem nowych technologii, w tym GMO. W obliczu nowych wyzwań Komisja Wspólnoty Europejskiej przyjęła na lata 2008–2013 między innymi strategiczne cele takie jak: ochrona obywateli przed zagrożeniami dla zdrowia i monitorowanie nowych technologii także pod kątem bezpieczeństwa żywności. Według Codex Alimentarius, Food Hygiene Basic Texts bezpieczeństwo żywności, „food safety”, jest rozumiane jako zapewnienie, że żywność nie spowoduje uszczerbku na zdrowiu konsumenta, żywność bezpieczna to produkty wolne od czynników zagrażających zdrowiu: biologicznych, chemicznych, fizycznych (Codex Alimentarius, 1997). Wymagania związane z zapewnieniem jakości zdrowotnej żywności znalazły swój formalny wyraz w odpowiednich aktach prawnych wydawanych na całym świecie. W Unii Europejskiej obowiązujące są między innymi zalecenia Dyrektywy Rady Wspólnot Europejskich 93/43/EEC w sprawie higieny środków spożywczych. Zgodnie z tą dyrektywą wszelkie działania niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa i jakości zdrowotnej żywności obejmują zarówno produkcję podstawową np. zbóż, jak i wszystkie fazy następujące po niej.

Promowaniem bezpieczeństwa zdrowotnego w skali świata zajmują się organizacje międzynarodowe, np.: FAO i WHO. Opracowały one metodologie oceny ryzyka, służące jako modele czy punkty odniesienia dla państw wprowadzających podobne systemy.

W Polsce bezpieczeństwo ekologiczne i zdrowotne nabierają coraz większego znaczenia, dlatego prowadzi się liczne badania w tym zakresie. W celu określenia wpływu organizmów genetycznie modyfikowanych i żywności transgenicznej na środowisko i zdrowie ludzi należy przedstawić, czym jest GMO i jakie ma znaczenie dla gospodarki.

ZNACZENIE GMO W GOSPODARCE

Organizmy modyfikowane genetycznie *Genetically Modified Organisms* w skrócie (GMO) definiuje się jako organizmy, w których materiał genetyczny został zmieniony w sposób niezachodzący w warunkach naturalnych (Hałat, 2004, s. 19.). Zmiany dokonano metodami inżynierii genetycznej w celu uzyskania nowych cech fizjologicznych lub zmiany istniejących. Organizmy te mają wbudowany fragment obcego DNA w swój genom i następuje u nich ekspresja wbudowanych genów. Przenoszony gen jest określany jako transgen i stąd pochodzi określenie GMO jako organizmów transgenicznych. Organizmy takie mogą mieć wiele nowych cech niewystępujących w stanie naturalnym. Obce DNA jest wprowadzane przez wektory do komórek bakterii, zapłodnionych komórek jajowych zwierząt lub komórek zarodka w początkowej fazie rozwoju zarodkowego (Hałat, 2004, s. 19–26). Można zastosować także techniki makro- i mikroiniekcji, polegające na bezpośrednim włączeniu materiału dziedzicznego przygotowanego poza organizmem, lub metody niewystępujące w przyrodzie dla połączenia materiału genetycznego co najmniej dwóch różnych komórek, gdzie powstaje nowa komórka zdolna do przekazywania swojego materiału genetycznego, innego od materiału wyjściowego, komórkom potomnym (Linkiewicz, Wiśniewska, Sowa, 2006, s. 44–52).

Transgeniczne rośliny, są źródłem żywności, która jest określana terminem „nowa żywność” (pod pojęciem „nowej żywności” kryją się także inne kategorie żywności, niemające związku z GMO). Obejmuje ona: żywność będącą GMO (pomidory, ziemniaki), żywność zawierającą przetworzone GMO (koncentraty, frytki mrożone), żywność zawierającą przetworzone GMO (czekolada z lecytyną GM soi), żywność produkowaną z zastosowaniem GMO (chleb pieczony z wykorzystaniem transgenicznych drożdży) oraz produkty żywnościowe pochodne GMO, lecz niezawierające komponentów transgenicznych (olej, cukier). Przykłady roślin transgenicznych i ich cech przedstawia tabela 1.

O rosnącym znaczeniu GMO świadczy między innymi to, że powierzchnia upraw roślin transgenicznych na świecie z roku na rok powiększa się (zobacz tabela 1.). Rośliny transgeniczne uprawia się w 28 krajach, z czego 20 to państwa rozwijające się.

Tabela 1. Przykłady roślin transgenicznych

Rodzaj rośliny	Cechy
soja	odporność na wirusy, herbicydy, szkodniki
rzepak	odporność na herbicydy, zmniejszona zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, większa zawartość kwasu taurynowego
kukurydza	odporność na owady, zwiększona zawartość żelaza
pomidory	spowolnienie dojrzewania, większa zawartość suchej masy, cieńsza skórka
ziemniaki	wzrost zawartości skrobi, odporność na wirusy, stonkę, większa trwałość
truskawki	wyższa słodkość, spowolnienie dojrzewania, odporność na mróz
buraki cukrowe	odporność na herbicydy, szkodniki, dłuższy okres przechowywania
ryż	zwiększona produkcja b-karotenu
sałata	produkcja szczepionki na zapalenie wątroby
pszenica	zwiększona zawartość glutenu
dynia	odporność na wirusy i grzyby
banany	odporność na wirusy i grzyby
winogrona	odmiany bezpestkowe
seler, marchew	zachowanie świeżości
bakłażan	odporność na szkodniki

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury

Tabela 2. Powierzchnia upraw roślin transgenicznych na świecie w latach 1996-2012

Lata	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Powierzchnia upraw w mln ha	44	53	59	68	81	90	102	114	125	134	148	160	170

Źródło: opracowanie własne na podstawie farmio.com

W krajach rozwijających się areał ten stanowił 52% ogółu upraw. W 2011 r. liczył on 50%, w 2010 r. – 48%. Jednocześnie wielkość upraw roślin transgenicznych w wielu krajach spada (zobacz tabela 3.).

Tabela 3. Areał uprawy odmian GMO w Europie latach 2008–2010

Kraj	2008	2009	2010	Zmiana %
Hiszpania	79 269	76 057	67 726	– 15
Rumunia	6 130	3 244	823	– 87
Portugalia	4 856	5 202	4 869	0,3
Niemcy	3 173	30	28	– 99
Czechy	8 380	6 480	4 830	– 42
Słowacja	1 931	8 75	8 75	– 55
Polska	3 000	3 000	3 000	0
Szwecja	0	0	103	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu who-benefits-from-gm-crops-2011

W Unii Europejskiej kraje członkowskie mogą wewnętrznymi przepisami czasowo ograniczyć lub zakazać tych upraw na swoim terytorium. O takich regulacjach władze krajowe muszą powiadomić Komisję Europejską, uzasadniając to względami bezpieczeństwa dla zdrowia ludzi i środowiska (Dyrektywa 2001/18/WE, 2001). Z możliwości ograniczenia upraw GMO skorzystało już osiem państw członkowskich: Austria, Węgry, Francja, Grecja, Niemcy, Luksemburg, Bułgaria i Włochy (Lisowska, Chorąży, 2011, s. 176.)

W styczniu 2013 roku do grona państw, które nie chcą upraw roślin GMO na swoim terytorium, dołączyła Polska. Zakaz upraw GMO obowiązuje od 28 stycznia 2013 na podstawie dwóch rozporządzeń obejmujących 235 odmian kukurydzy MON 810 oraz, aktualnie niedopuszczonego do upraw w UE, ziemniaka Amflora. Obydwa rozporządzenia polskiego rządu były konsekwencją uchwalenia przez parlament w listopadzie 2012 roku Ustawy o nasiennictwie, która po podpisaniu przez Prezydenta RP (21 grudnia 2012) weszła w życie z dniem 28 stycznia 2013 roku. Obecny stan prawny oznacza, że w Polsce można handlować materiałem siewnym roślin GMO, ale nie można robić z niego praktycznego użytku, a więc uprawiać tych roślin (www.farmio.com). Polska Ustawa o nasiennictwie

i wprowadzone na jej podstawie rozporządzenia tymczasowo chronią nasz kraj przed uprawami roślin GMO, jednak nie chronią od obecności organizmów modyfikowanych genetycznie w ogólnodostępnych produktach spożywczych i paszach dla zwierząt. Import i obrót genetycznie modyfikowanymi produktami, w tym paszami, wpisanymi do specjalnego rejestru UE, dozwolony jest na terenie krajów Unii Europejskiej (Ustawa o nasiennictwie, 2012).

W Polsce znowelizowana Ustawa o paszach umożliwi w kolejnych latach wykorzystanie w żywieniu zwierząt pasz genetycznie zmodyfikowanych. Rocznie Polska importuje ok. 2 mln ton soi modyfikowanej genetycznie na potrzeby produkcji pasz dla drobiu, bydła i trzody chlewnej (www. naukowcy o GMO w rolnictwie).

UWARUNKOWANIA BEZPIECZEŃSTWA EKOLOGICZNEGO I ZDROWOTNEGO W ŚWIETLE BADAŃ NAD GMO

Zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa ekologicznego i zdrowotnego stało się w ostatnich latach priorytetem polityki wielu państw. W tym celu szuka się nowych, lepszych rozwiązań technologicznych zarówno w rolnictwie, jak i przemyśle spożywczym. Jak pokazują wyniki badań, osiągnięcia inżynierii genetycznej pozwalają na poprawę efektywności gospodarowania, ale też mają negatywne konsekwencje zarówno dla środowiska naturalnego, jak i zdrowia ludzi. W celu poznania, czy prowadzą do wyższego poziomu bezpieczeństwa, konieczna jest analiza wyników prowadzonych w tym zakresie badań.

W przypadku roślin właściwości i cechy, które można poprawić lub osiągnąć dzięki modyfikacji, to np.: odporność na choroby powodowane przez wirusy, grzyby i bakterie, odporność na owady, szkodniki, uzyskana przez wprowadzenie do genomu rośliny uprawnej genu z bakterii *Bacillus thuringiensis*, warunkującego syntezę białka toksycznego dla owadów, tolerancja na środki chwastobójcze, odporność na niekorzystne warunki atmosferyczne, restytucja zdegradowanych lub o małej żyzności obszarów ziemi, wzrost plonowania, produkcja biopaliw czy uzyskanie nowych cech poprawiających atrakcyjność GMO dla konsumenta, np.: zwiększenie zawartości beta-karotenu, czyli prekursora witaminy A, np.: w ryżu (z genami żonkila), a także ograniczenie zawartości nikotyny i substancji rakotwórczych.

Jednak wyniki badań potwierdzające występowanie korzyści są rozbieżne. Z jednej strony przedstawia się pozytywny wpływ GMO na

środowisko. Ostatnie badania pokazują, że np.: transgeniczny ryż Bt jest bezpieczniejszy dla środowisk wodnych od swego konwencjonalnego odpowiednika (Li, Wang, Liu, Zhang, 2014). Uprawa rośliny GM prowadzi do zmniejszenia zużycia pestycydów średnio o 37 proc. i zwiększenia plonów o 22 proc. Taki jest wniosek z metaanalizy specjalistów ekonomiki rolnictwa z Uniwersytetu w Getyndze. Naukowcy przeanalizowali 147 oryginalnych doniesień naukowych na ten temat z okresu ostatnich 20 lat. (Klümper W., Qaim M., A., 2014)

Z drugiej zaś strony przedstawia się krytykę pozytywnego wpływu. Według wielu naukowców np.: zamiast zmniejszyć, zwiększyło się zużycie pestycydów na uprawach GMO, np.; soi, co jest wynikiem między innymi zwalczania pojawiających się chwastów i owadów odpornych na działanie stosowanych oprysków. Używane do tego celu środki chemiczne nie pozostają obojętne dla środowiska naturalnego i stanowią dla niego zagrożenie. Według raportu Charlesa Benbrooka podsumowującego 13 lat stosowania technologii GMO w rolnictwie amerykańskim całkowite zużycie herbicydów stosowanych w uprawach soi GMO wykazuje tendencje wzrostowe, jednocześnie wraz ze wzrostem ilości upraw soi GMO odpornej na herbicide resistant rośnie zużycie herbicydu glifosatu, pomimo spadku zużycia herbicydów innych marek.

Opublikowany w 2010 roku raport Amerykańskiej Akademii Nauk stwierdza, że uprawy GMO nie są bardziej opłacalne niż tradycyjne, ponieważ droższe jest GM ziarno. W raporcie argumentuje się jednak, że ponieważ uprawy są mniej pracochłonne, w konsekwencji podwyższa się opłacalność upraw roślin transgenicznych. W uprawach GM roślin produkujących naturalny pestycyd – bakteryjną toksynę Bt (np. kukurydza MON810), nie trzeba wykonywać oprysków pestycydami, natomiast w uprawach typu RR odpornych na herbicyd można zrezygnować z głębokiej orki jako metody zwalczania chwastów, ponieważ stosuje się opryski Roundupem. Jednak nadużywanie herbicydów typu Roundup doprowadziło do rozwoju chwastów odpornych na ten środek, które stają się poważnym problemem, także ekonomicznym. W uprawach odpornych na herbicyd obserwuje się także naruszenie łańcuchów pokarmowych: zanik chwastów powoduje giniecie owadów (żywiących się ich nektarem) i ptaków (żywiących się nasionami chwastów oraz owadami).

Wielu naukowców podziela pogląd, iż brak jest dowodów na poprawę jakości i wielkości plonów z upraw GMO, a wręcz przeciwnie, badania przeprowadzone w ostatnich latach wykazały, że wysokość plonów upraw roślin transgenicznych nie wzrosła. Przykładowo, w przypadku GM soi

HT nie stwierdzono wyższych plonów, w Północnej Ameryce rolnicy zebrali plony soi o 5–20% mniejsze (*Raport Institute for Prospective Technological Studies*, 2006). Obniżyły się również plony rzepaku i transgeniczných buraków cukrowych.

Organizacje takie jak Friends of the Earth i Center for Food and Safety stwierdziły, że uprawy transgeniczne dają plony nie większe niż rośliny nie-GM, zużywają więcej pestycydów i są bardziej wrażliwe na suszę (Nowak, 2007, s. 269.).

Jeśli chodzi o pozytywny wpływ GMO na zdrowie człowieka, najczęściej podkreśla się to, że wzrasta odporność ludzi na niektóre choroby bakteryjne i wirusowe przez spożywanie tzw. jadalnych szczepionek, tworzonych na drodze wprowadzenia do roślin GMO genów odpowiadających za odporność. Dzięki badaniom DNA możliwe staje się wykrywanie chorób (metoda genetycznych odcisków palców ang. *DNA or genetic fingerprinting*) oraz identyfikacja genów alergizujących, także tworzenie modelowych układów chorób człowieka (transgeniczne myszy służące jako organizmy modelowe do badania przebiegu wielu chorób człowieka). Trwają również prace badawcze – głównie nad świniami, w celu wykorzystanie zwierząt jako dawców organów do przeszczepów dla ludzi.

Obecny stan wiedzy nie pozwala przewidzieć wszystkich konsekwencji, jakie niesie za sobą długotrwałe spożywanie żywności GMO przez ludzi. Nie zostały bowiem przeprowadzone badania, które mogłyby bezwzględnie potwierdzić szkodliwość żywności GMO dla organizmu człowieka.

Jednak w przypadku badań zwierząt laboratoryjnych potwierdza się takie działanie. U zwierząt karmionych żywnością genetycznie modyfikowaną stwierdzono uszkodzenia właściwie wszystkich narządów i układów. Karmienie zwierząt hodowlanych paszami GMO spowodowało choroby, bezpłodność, a także śmierć (Smith, 2007, s. 10.). Naukowcy twierdzą, że realne problemy zdrowotne związane z żywnością GMO mogą uwidocznić się dopiero w kolejnych pokoleniach (Wiąckowski, 2008, s. 3.).

W wielu prowadzonych badaniach potwierdza się negatywny wpływ GMO na środowisko. Poważnym problemem jest uwolnienie organizmów modyfikowanych genetycznie, w tym niekontrolowane przechodzenie genów na inne organizmy tego samego lub innego gatunku. Geny mogą „przeskakiwać” do nieoczekiwanych miejsc *gene escape*, np. przejście genu odporności na herbicyd z GM rośliny na chwast, co powoduje zwiększone stosowanie środków chwastobójczych w uprawach GMO, odpornych na herbicydy. W efekcie niekontrolowane krzyżowanie się uprawnych

odmian GMO odpornych na herbicydy ze spokrewnionymi chwastami sprzyja pojawianiu się uodpornionych na herbicydy superchwastów. Dlatego nie ma możliwości współlistnienia upraw konwencjonalnych z uprawami roślin GMO. Praktycznie niemożliwe jest wprowadzenie skutecznej izolacji pomiędzy tymi uprawami. Prowadzi to do powstawania strat w uprawach ekologicznych będących w sąsiedztwie upraw GMO. Naukowcy zwracają także uwagę na wpływ GMO na faunę i florę. GMO może szkodzić ptakom, owadom, płazom, wpływać na morskie ekosystemy i organizmy glebowe. W konsekwencji może dojść do poważnego upośledzenia bioróżnorodności ekosystemów. Toksyna Bt produkowana przez rośliny GMO to także pestycyd i jej wpływ na pożyteczne owady jest niejasny. Z badań wynika, że jest szkodliwa dla larw motyli, biedronek oraz być może dla pszczół.

Przy obecnym stanie wiedzy nie można określić skutków przepływu zmodyfikowanych genów z roślin do grzybów czy bakterii glebowych. Kumulacja toksyn Bt w glebie powoduje jej sterylizację, a w następstwie jałowienie i niekorzystne zmiany jej struktury (Lisowska, 2011, s.11.)

Jeżeli chodzi o zagrożenia zdrowotne, również jest tu wiele kontrowersji. Spożywanie żywności modyfikowanej genetycznie może powodować alergie, choroby układu pokarmowego, obniżenie odporności organizmu, zaburzenia płodności oraz nowotwory. W transgenicznych roślinach powstaje wiele nowych, nieplanowanych produktów (cząsteczek RNA, białek), które mogą mieć cechy alergenów czy toksyn. Ponadto problemem może być obecność sekwencji wirusowych czy genów oporności na antybiotyki w konstrukcjach DNA. Niewyjaśniony jest problem bezpieczeństwa spożywania toksyny Bt przez ludzi (u myszy znaleziono w jelicie receptory dla toksyny Bt) i rosnąca ilość dowodów na szkodliwość śladowych resztek Roundupu w żywności (Lisowska, 2011, s. 8–9).

Przeciwnicy GMO zwracają uwagę, że to międzynarodowi producenci nasion roślin modyfikowanych genetycznie popierają GMO, aby zmonopolizować światowe rynki.

Produkty transgeniczne są w coraz mniejszym stopniu akceptowane przez społeczeństwo. Opinię Europejczyków na temat GMO od lat bada Eurobarometr, na zlecenie Komisji Europejskiej prowadząc sondaż na reprezentatywnej próbie ponad 20 tys. osób. W ciągu ostatnich 10 lat odsetek Holendrów skłonnych zaakceptować GMO spadł z 78 do 48%. W Austrii odsetek ten spadł z 31 do 25%. Podobnie stało się we Francji, Luksemburgu, Niemczech i Belgii. Są jednak kraje, gdzie zwolennicy żywności transgenicznej przeważają nad przeciwnikami. Są to między

innymi Hiszpania, Portugalia, Irlandia, Czechy i Litwa. W Polsce 66% społeczeństwa jest przeciwna modyfikacjom genetycznym w żywności (Kurek, 2008).

W literaturze przedmiotu są też zastrzeżenia co do metod oceny bezpieczeństwa żywności GMO przez takie instytucje jak np.: FDA (Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków Food and Drug Administration) i EFSA (Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności), które wykazują daleko posunięty liberalizm w kwestii autoryzacji GMO. Autoryzacja według FDA odbywa się z uwzględnieniem tzw. zasady równoważności składnikowej (*substantial equivalence*). GM produkty są równoważne produktom konwencjonalnym i równie jak one bezpieczne, jeśli tylko zawartość głównych składników odpowiada wartościom charakterystycznym dla gatunku wyjściowego. Także Komisja Europejska lekceważy obawy państw członkowskich w kwestii bezpieczeństwa żywności uzyskiwanej z GM roślin, a EFSA jest równie liberalna w ocenie dokumentacji przedstawianej jej przez firmy biotechnologiczne, jak FDA. (Lisowska, 2011, s. 4.).

WNIOSKI I REKOMENDACJE

Trudno jest jednoznacznie ocenić wpływ GMO i żywności transgenicznej na poziom bezpieczeństwa ekologicznego i zdrowotnego. Stosowanie GMO niesie wiele korzyści, ale i wiele zagrożeń, co sprawia, że zdania naukowców w tej kwestii są poważnie podzielone. W dyskusji o GMO, po obu stronach, entuzjastów i krytyków, występują ograniczenia wynikające ze stanu wiedzy oraz z nieprzewidywalności przyszłych zdarzeń. Obowiązkiem nauki jest w takim przypadku zachowanie ostrożności w wypowiedzianiu sądów, dlatego nieufność budzi zarówno popieranie GMO, jak i nieumiarkowana krytyka (Olczak, 2011, s. 123–124).

Prawdą jest, że GMO mogłyby rozwiązać wiele problemów ekonomicznych państw, mogłyby potencjalnie pomóc zaradzić zagrożeniom, takim jak głód, ubóstwo, zmiana klimatu i problemy ekologiczne (Finz S., 2014) Jednak obecna generacja GMO nie służy tym celom. Nie ulega wątpliwości, że w decyzjach w sprawie dopuszczenia upraw roślin GM należy postępować ostrożnie, ze względu na wysokie ryzyko wystąpienia nieodwracalnych zmian w środowisku przyrodniczym. W świetle prowadzonych badań nie można też wykluczyć zagrożeń zdrowotnych. I wreszcie, nie można promować technologii, które są sprzeczne z rosnącą świadomością społeczną. Dlatego na uprawy polowe roślin GM proponuje się

nałożone moratorium na okres co najmniej 10 lat. Jest to podyktowane zarówno względami bezpieczeństwa zdrowotnego i ekologicznego, jak i dbałością o efektywność społeczno-ekonomiczną rolnictwa.

Międzynarodowe organizacje, takie jak Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), duże organizacje pozarządowe, takie jak Oxfam, oraz raport autorytatywnego organu ONZ zajmującego się agronomią grupy ds. międzynarodowej oceny wpływu nauk i technologii rolniczych na rozwój (IAASTD) wskazują na znaczenie technik alternatywnych i popieranie zrównoważonego rolnictwa jako rozwiązania problemów związanych z bezpieczeństwem zdrowotnym i ekologicznym. Najbardziej znanym przykładem alternatywnej techniki, podawanym przez IAASTD, jest selekcja wspomagana markerami, w której wykorzystuje się markery genetyczne, aby w sposób rozmyślny i efektywny wybrać określone cechy, ale która nie obejmuje ryzykownej i nieprzewidywalnej manipulacji genetycznej czy przenoszenia genów. Ponieważ technologia ta jest wyraźnie skuteczna i tańsza od metod inżynierii genetycznej, mogłaby stanowić niekontrowersyjną alternatywę dla GMO. Najlepiej jednak aby zamiast wprowadzania uprawy roślin transgenicznych, rządy promowały istniejące systemy upraw ekologicznych, chroniące środowisko oraz dostarczające zdrowej żywności. Rolnictwo ekologiczne jest systemem produkcji rolnej opartym na wykorzystaniu naturalnych procesów zachodzących w obrębie gospodarstwa rolnego, do nawożenia roślin uprawnych stosowane są nawozy organiczne wytworzone w gospodarstwie, ochrona roślin prowadzona jest poprzez określone działania profilaktyczne, a zwierzęta hodowlane są żywione paszami wytworzonymi w gospodarstwie. W gospodarstwie ekologicznym zabronione jest stosowanie nawozów sztucznych, chemicznych pestycydów oraz organizmów modyfikowanych genetycznie. Warto tu podać, że rośliny odporne na herbicydy tworzone są nie tylko w wyniku stosowania narzędzi inżynierii genetycznej. Konwencjonalnymi technikami hodowli również uzyskuje się rośliny odporne na herbicydy. Pierwszą rośliną odporną na herbicyd była odmiana rzepaku o nazwie OAC Trianon uzyskana w roku 1984 w gospodarstwie ekologicznym (Beverdorf, Hume 1984, s. 84.).

Celem rolnictwa ekologicznego jest produkcja żywności bezpiecznej dla zdrowia ludzi i środowiska naturalnego, dlatego rolnictwo ekologiczne podlega wielowymiarowym kontrolom. Audyt traktowany jest tu jako sposób oceny stanu bezpieczeństwa procesów (Szejniuk, 2013, s. 211.).

Również w Polsce temat ten podjęło wiele organizacji, między innymi Społeczny Instytut Ekologiczny, Biuro Wspierania Lobbying

Ekologicznego, Polski Klub Ekologiczny Koło w Gliwicach, Instytut na rzecz Ekorozwoju oraz organizacje konsumenckie i organizacje rolnictwa ekologicznego. W większości w prezentowanych opiniach podkreślają konieczność stosowania zrównoważonych i ekologicznych praktyk i technik rolniczych oraz przewidują wykorzystywanie w przyszłości nie tyle GMO, ile raczej technik alternatywnych. W Polsce obserwowany jest systematyczny wzrost liczby gospodarstw ekologicznych. W 2012 roku produkcją ekologiczną zajmowało się ponad 26 tysięcy polskich gospodarstw. W ostatnim dziesięcioleciu liczba gospodarstw ekologicznych wzrosła dziesięciokrotnie. Wraz z rosnącą liczbą gospodarstw ekologicznych wzrosła także w Polsce powierzchnia upraw ekologicznych, w roku 2012 suma powierzchni upraw ekologicznych wynosiła 661 687 ha.

Należy także pamiętać, iż w kontekście podwyższania poziomu bezpieczeństwa ekologicznego i zdrowotnego nadal działania edukacyjne będą miały podstawowe znaczenie przy właściwych wyborach konsumenckich.

REFERENCES

- Beversdorf W. D., Hume D. J., 1984, *OAC triton spring rapeseed* Canadian Journal of Plant Science, 64(4)
- Ciszek M., 2008, *Bezpieczeństwo ekologiczne jako element bezpieczeństwa narodowego (państwa)*, w: Droba R., Bobryk A., Jakubiak M. (red.), *Młodzież akademicka w kreowaniu nauki*, Wyd. AP, Siedlce
- Codex Alimentarius, 1997, Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System and Guidelines for its application, Food Hygiene Basic Texts, FAO/WHO Rzym
- Dyrektywa Rady 93/43/EEC w sprawie higieny środków spożywczych
- Dyrektywa 2001/18/WE z 12 marca 2001 r. w sprawie zamierzonego uwalniania do środowiska organizmów zmodyfikowanych genetycznie i uchylająca dyrektywę Rady 90/220/EWG
- Finz S., 2014, *GMO s: Research Says They'll Help End Starvation, but Americans Remain Wary*, <http://alumni.berkeley.edu/california-magazine>
- Hałat Z., 2004. *Alergeny organizmów genetycznie zmodyfikowanych* „Alergia”. Nr 3/21
- Hull Z., 2008, *Bezpieczeństwo ekologiczne* (hasło), w: Ciszek M. (red.), *Słownik bioetyki, biopolityki i ekofilozofii*, (red.) M. Ciszek, Wyd. PTF, Warszawa
- Jeffrey M. Smith S., 2007, *Nasiona kłamstwa*, Wydawnictwo: Fundacja Pro Scientiae.

- Klümper W., Qaim M. A., 2014, *Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops*, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Georg-August- University of Goettingen, Goettingen, Germany, November 03, DOI: 10.1371/journal.pone.0111629
- Korporowicz W., 2009, *Zadania sektora ochrony zdrowia a dostęp do usług medycznych w Polsce*, w: Nojszewska E., *Kierunki rozwoju systemu ochrony zdrowia w Polsce*, SGH, Warszawa
- Kurek A., 2008, *Rolnictwo ekologiczne czy inżynieria genetyczna?*, referat wygłoszony na V Lubelskim Festiwalu nauki 23 września 2008 r. na Wydziale UMCS w Lublinie
- Li G., Wang Y., Liu B., Zhang G., 2014, *Transgenic Bacillus thuringiensis (Bt) Rice Is Safer to Aquatic Ecosystems than Its Non-Transgenic Counterpart*, University of Tennessee, journal.pone, United States of America
- Linkiewicz A., Wiśniewska I., Sowa S., 2006. *Molekularne metody wykrywania i identyfikacji organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO)*. *Biotechnologia* 3 (74)
- Lisowska K., 2011, *Zboża genetycznie modyfikowane (GM) w rolnictwie – aspekty zdrowotne, środowiskowe i społeczne*, Biuletyn Komitetu Ochrony Przyrody, PAN /201
- Lisowska K., Chorąży M., 2011, *Dlaczego mówimy nie dla GMO w polskim rolnictwie*. *Nauka* 4/2011
- Nowak J., 2007 *Genetycznie modyfikowane organizmy (GMO) i żywność transgeniczna a konkurencyjność rolnictwa i żywności ekologicznej*, w: *Zmiany jakościowe w otoczeniu a konkurencyjność przedsiębiorstw – ujęcie regionalne i sektorowo- branżowe*, (red) P. Borowski, Wydawnictwo Adam, Warszawa
- Olczek R., 2011, *GMO – problem biologiczny i społeczny. Głos w dyskusji*, Biuletyn Komitetu Ochrony Przyrody PAN 2/2011
- Pokruszyński W., 2013, *Filozoficzne aspekty bezpieczeństwa personalnego*, Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie, JoMS 1/16/2013 Raport Institute for Prospective Technological Studies 2006
- Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z 22 września 2003 r. w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy Genetic roulette, The documented healy risk of genetically engineered foods
- Strona internetowa <http://www.farmio.com/zakaz-uprawy-roslin-gmo-w-polsce-kukurydzy-mon-810-i-ziemniaka-amflora>

Strona internetowa <http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,393132,naukowcy-o-gmo-w-rolnictwie.html>

Szejniuk A., 2013, *Rola audytu wewnętrznego w zarządzaniu bezpieczeństwem*, Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie, JoMS 1/16/2013

Ustawa o nasiennictwie z 9 listopada 2012

Wiackowski S.K., 2008, *Genetycznie modyfikowane organizmy – obietnice i fakty*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko