

## GENETYCZNE MODYFIKACJE JAKO CZYNNIK ZAGROŻEŃ I SZANS WE WSPÓŁCZESNYM ŚWIECIE

### 1. Wstęp

Rośliny i zwierzęta wykorzystywane przez człowieka ulegały przez stulecia modyfikacjom. W wyniku selekcji powstawały odmiany charakteryzujące się cechami korzystnymi z punktu widzenia hodowców. Do niedawna organizmy użytkowane przez człowieka były modyfikowane na drodze selekcji, bądź ulegały zmianom w wyniku mutacji. Rola człowieka polegała na tworzeniu warunków sprzyjających powstawaniu zmienności i wyborze odpowiednich form. Sam proces powstawania tej zmienności i mechanizmy przekazywania informacji genetycznej pozostawały poza możliwościami ingerencji lub była ona możliwa tylko w znikomym stopniu. Dzięki poznaniu budowy DNA i sposobu kodowania informacji genetycznej stało się możliwe konstruowanie nowych zmienionych organizmów z pominięciem tradycyjnych procesów selekcji i mechanizmów rozmnażania.

Obecnie w warunkach laboratoryjnych część DNA jednego organizmu zostaje wprowadzona do DNA drugiego organizmu - transgeneza, a następnie przez tradycyjną hodowlę powstaje nowy organizm o zmienionych cechach. Ta część DNA, która jest wprowadzana ma na celu modyfikację - czyli poprawę pewnych cech gatunkowych.

Inżynieria genetyczna i tworzenie organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO) budzą entuzjazm naukowców, otwierają przed współczesnym światem nieznaną dotąd perspektywę oraz ogromne nadzieje na rozwiązanie licznych problemów z wszechstronnych dziedzin, min medycyny, ochrony zdrowia, ochrony środowiska a także rolnictwa, technologii żywności i pośrednio ekonomii. Choć trudno kwestionować możliwe korzyści wynikające ze stosowania GMO, trzeba pamiętać, że ich szerokie wykorzystanie wywołuje również wiele wątpliwości. Największe obawy budzą potencjalne skutki uwolnienia GMO do środowiska naturalnego oraz zdrowotne konsekwencje konsumpcji żywności wytworzonej z organizmów zmodyfikowanych. Zastrzeżenia te są o tyle istotne, że kontrolowanie rozprzestrzeniania się raz uwolnionych organizmów transgenicznych w środowisku jest praktycznie niemożliwe. Nie ulega wątpliwości, że z inżynierią genetyczną wiążą się także obawy oraz zastrzeżenia, natury etycznej, wskazujące że życie nie powinno być traktowane jako swoisty produkt chemiczny.

W ostatnim ćwierćwieczu osiągnięcia w biotechnologii pozwoliły na bezpośrednie sterowanie zmianami w materiale genetycznym dzięki poznaniu samego DNA, możliwości jego izolacji, powielania (klonowania) i wprowadzania z powrotem do komórek. Szczególnie dynamiczny postęp w biotechnologii dokonuje się w dziedzinie inżynierii genetycznej, umożliwiającej zmianę materiału genetycznego dowolnego organizmu. W drodze modyfikacji genetycznych otrzymano rośliny uprawne odporne na herbicydy (soja, kukurydza, rzepak,

bawełna, lucerna) i na szkodniki owadzie (kukurydza, bawełna, ziemniak z owadobójczym czynnikiem Bt). Prowadzone są prace nad uzyskaniem roślin transgenicznych o zmienionych walorach prozdrowotnych i smakowych, odpornych na choroby oraz na niekorzystne warunki środowiska (mróz, susza, zasolenie), pochłaniających zanieczyszczenia z gleby i wody.

Transgeniczne rośliny uprawne powstawały w laboratoriach uniwersytetów i firm biotechnologicznych od połowy lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Sprzedaż produktów GMO dopuszczono najpierw w USA. Jako pierwsze na półki sklepowe trafiły tam w roku 1994 genetycznie zmodyfikowane pomidory. Jednakże, za początek masowej produkcji roślin zmodyfikowanych genetycznie przyjmuje się rok 1996, kiedy powierzchnia upraw roślin GMO osiągnęła 1,7 mln hektarów<sup>1</sup>.

Rolnictwo to najważniejszy rodzaj działalności gospodarczej, zarówno pod względem ekonomicznym, społecznym, jak i zachowania światowych zasobów powierzchniowych, naturalnych oraz niezliczonej ilości ekosystemów. Polska jest krajem, który może się poszczycić bioróżnorodnością, mamy dużo gatunków tradycyjnych, regionalnych. Rozdrobnione gospodarstwa umożliwiły przetrwanie, licznych odmian owoców, warzyw, zbóż i wielu ras hodowlanych zwierząt gospodarskich. Nasze środowisko jest czyste, stosujemy małe ilości nawozów i chemicznych środków ochrony, co zwiększa popularność naszych produktów na rynkach i czego mogą nam tylko pozazdrościć inne kraje. Nasza żywność jest uznawana za zdrową i smaczną, stąd istnieją obawy że modyfikacje genetyczne mogłyby tylko spowodować niepotrzebne zakłócenia i doprowadzić do spadku jej popularności na światowych rynkach. Praca na roli to podstawowe źródło utrzymania dla 60% populacji naszego globu. Ponad połowa powierzchni ziemi jest intensywnie wykorzystywana do celów rolniczych.

Ilość oraz jakość produkcji i konsumpcji żywności to najważniejsze czynniki wpływające na zdrowie społeczeństw, w tym ich niedożywienie czy przekarmienie<sup>2</sup>.

W latach 1996-2011 uprawa GMO przyczyniła się do wzrostu produkcji żywności, który wyrażał się w przychodzie blisko 78miliardów dolarów. W tym czasie zmniejszono zużycie pestycydów o 443 miliona kilogramów. W samym roku 2010 zmniejszyła się emisja CO<sub>2</sub> o 91 milionów kilogramów, co można porównać z emisją tego gazu przez 9 milionów aut. Uprawy GMO przyczyniły się do zwiększenia bioróżnorodności, poprzez zachowanie 90 milionów hektarów powierzchni, które nie zostały przeznaczone pod uprawy. Uprawy GMO przyczyniły się do redukcji biedy wśród 15 milionów rolników<sup>3</sup>.

Globalna ścieżka rozwoju rolnictwa do tej pory skupiała się bardziej na wąsko rozumianym zwiększaniu produktywności niż na uniwersalnej metodzie integracji zarządzania zasobami naturalnymi (NRM) z zapewnieniem bezpieczeństwa

---

<sup>1</sup> Sowa S., Linkiewicz.: Rośliny genetycznie zmodyfikowane. Materiały szkoleniowe: Organizmy genetycznie zmodyfikowane . Poznań, 2007, s. 46

<sup>2</sup> <http://www.portalspozywczy.pl>

<sup>3</sup> Dane za stronę internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org> Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011

żywnościowego. Tymczasem to właśnie uniwersalne podejście uwzględniające lokalne warunki i kulturę jest bardziej korzystne, ponieważ rozwiązuje problemy wynikające ze złożoności systemów produkcji żywności w różnych środowiskach, lokalizacjach i społecznościach<sup>4</sup>.

## 2. Charakterystyka organizmów genetycznie modyfikowanych

Termin organizm zmodyfikowany genetycznie (GMO - Genetically Modified Organism) odnosi się do organizmów o nowych właściwościach, powstałych w wyniku zastosowania zasad inżynierii genetycznej<sup>5</sup>.

Najczęściej wymieniane cele modyfikowania organizmów to :

- uodpornienie na działanie niekorzystnych warunków, np. mróz, suszę lub zasoloną glebę,
- uodpornienie roślin na herbicydy, czyli środki chwastobójcze,
- uodpornienie roślin na owady żerujące najczęściej na liściach, zarówno w stadium dorosłym - imago, jak i larwalnym,
- opóźnienie dojrzewania roślin co ułatwia przechowywanie i transport,
- szybszy przyrost masy ciała zwierząt,
- zwiększenie wydajności mlecznej,
- transgeniczne zwierzęta gospodarcze otrzymuje się z myślą o wykorzystaniu ich jako producentów zrekombinowanych białek o znaczeniu farmaceutycznym<sup>6</sup>.

GMO to istoty żywe (rośliny, zwierzęta, drobnoustroje), których geny zostały zmienione przez wprowadzenie nowych lub usunięcie istniejących, dla uzyskania określonych cech. Materiał genetyczny w organizmach transgenicznych jest zmieniony w sposób sztuczny, nie zachodzący w warunkach naturalnych, w szczególności przy zastosowaniu:

- technik rekombinacji DNA z użyciem wektorów, w tym poprzez włączenie do wirusa, plazmidu lub każdego innego wektora cząsteczek DNA wytworzonych poza organizmem i włączenie ich do organizmu biorcy, w którym w warunkach naturalnych nie występują, ale w którym są zdolne do ciągłego powielania,
- technik stosujących bezpośrednie włączenie materiału dziedzicznego przygotowanego poza organizmem, tj.: mikroiniekcja, mikrokapsułkowanie,
- metod nie występujących w przyrodzie dla połączenia materiału genetycznego co najmniej dwóch różnych komórek, gdzie w wyniku zastosowanej procedury powstaje nowa komórka zdolna do przekazywania

---

<sup>4</sup> <http://www.greenpeace.org/raw/content/poland/press-centre/dokumenty-i-raporty>

<sup>5</sup> S. Malepszy, *Uwagi o wprowadzeniu do rolnictwa w Polsce odmian roślin genetycznie zmodyfikowanych*.

Postępy Nauk Rolniczych nr 6, Warszawa 2006, s. 3.

<sup>6</sup> J. Szopa, M. Łukaszewicz, *Stan i perspektywy rozwoju roślin transgenicznych w Polsce*, Wieś Jutra nr 7, Warszawa 2003, s. 6.

swego materiału genetycznego odmiennego od materiału wyjściowego komórkom potomnym<sup>7</sup>.

GMO można podzielić na trzy podstawowe grupy:

1. organizmy, do których nie wprowadzono obcych genów, jedynie zmniejszono lub zwiększono aktywność ich własnych genów np. pomidor, u którego zmniejszono aktywność genu odpowiadającego za dojrzewanie.
2. organizmy, do których wprowadzono dodatkowe kopie ich własnych genów, które mogą występować w jednej lub kilku kopiach.
3. organizmy, gdzie wprowadzany jest gen z innego gatunku. Tworzą się organizmy zwane transgenicznymi, czyli takie jakich do tej pory nikt nie spotykał. Przykładem jest wprowadzenie genów pająka do bawełny, co daje szansę na otrzymanie o wiele mocniejszych i bardziej elastycznych włókien<sup>8</sup>.

Dzisiejszy rozwój cywilizacji był możliwy między innymi dzięki eksploatacji zasobów roślinnych oraz kierunkowym zmianom, jakich człowiek dokonał w świecie roślin. Można powiedzieć, że wszystkie uprawiane dziś rośliny są „genetycznie zmodyfikowane”, ponieważ ich cechy były zmieniane przez tysiące lat w celu polepszenia ich właściwości użytkowych. Dzięki temu uzyskano rośliny wyżej plonujące, odporne na choroby, odporne na szkodniki, a także poprawiono ich jakość w stosunku do wcześniejszych odmian. Zmiany te zaczęły się od momentu udomowienia roślin przez człowieka, który wykorzystując proces krzyżowania płciowego, selekcję i inne zabiegi hodowlane kierował wymianą genów pomiędzy blisko spokrewnionymi gatunkami. Dzięki rozwojowi nauki w czasie ostatnich dekad udało się uzyskać nowe zestawienia genów u roślin, które w przyrodzie nie mogłyby się ze sobą krzyżować, a stało się to możliwe dzięki takim technikom jak hodowla *in vitro*<sup>9</sup>.

Po raz pierwszy wykorzystane w rolnictwie rośliny zmodyfikowane genetycznie to pomidory - 1994 rok. Charakteryzowały się one wolniejszym dojrzewaniem i mięknięciem owoców, przez co dłużej zachowywały świeżość, a także wykazywały większą odporność na działanie czynników zewnętrznych podczas transportu<sup>10</sup>. Modyfikowane genetycznie są głównie rośliny mające duże znaczenie gospodarcze, zmiana genomu ma na celu nadanie im pożądaných cech przez człowieka, takich jak większa trwałość, odporność na szkodniki, wirusy i grzyby, środki ochrony roślin, podniesienie ich cech jakościowych, np. lepszego smaku. Modyfikuje się także rośliny ozdobne, które dzięki temu są trwalsze, mają intensywniejszy kolor<sup>11</sup>.

---

<sup>7</sup> J. Narkiewicz - Jodko, *GMO - zagrożenie dla produkcji rolniczej i środowiska*, [w:] *Polska wolna od GMO. Perspektywy europejskie i narodowe*, Toruń 2008, s. 70.

<sup>8</sup> Z. T. Dąbrowski, *Genetycznie modyfikowane organizmy*, *Wiś Jutra* nr 1, Warszawa 2008, s. 25.

<sup>9</sup> S. Sowa, A. Linkiewicz, *Rośliny genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 37.

<sup>10</sup> S. Sowa, A. Linkiewicz, *Rośliny genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 3.

<sup>11</sup> S. Malepszy, *Rola postępu biologicznego w produkcji roślinnej*, *Postępy Nauk Rolniczych* nr 3, Warszawa 2004, s. 55.

Używane do produkcji żywności rośliny GMO można podzielić na kilka zasadniczych grup w zależności od cech, jakie zostały do nich wprowadzone lub jakie zostały zmodyfikowane:

- odmiany, w których poprawiono cechy związane z ich wzrostem i plonowaniem, tzw. cechy rolnicze, np. odporność na szkodniki, herbicydy;
- odmiany o poprawionym składzie chemicznym surowca roślinnego w celu uzyskania produktów o lepszych cechach w trakcie ich przetwarzania i przechowywania, poprawienie właściwości produktów;
- wyprodukowane rośliny uprawne gromadzące w znacznych ilościach substancje chemiczne, które są przydatne w przemyśle farmaceutycznym<sup>12</sup>.

Podobnie jak w przypadku modyfikacji roślin, modyfikacje zwierząt prowadzone są w celu uzyskania pożądanых cech hodowlanych, m.in. szybszego wzrostu, większej odporności na choroby, możliwości wykorzystania do produkcji enzymów i białek.

Zwierzęta transgeniczne w mniejszym stopniu niż rośliny są pozyskiwane jako baza pokarmowa. Służą one raczej do produkcji określonego typu białka o właściwościach leczniczych. Wykorzystuje się je również do obserwacji funkcjonowania genów lub jako materiał doświadczalny w badaniach nad chorobami człowieka<sup>13</sup>.

Modyfikacje genetyczne zwierząt nie dorównują jednak skali produkcji zmodyfikowanych roślin, głównie ze względu na trudności w samym procesie modyfikacji, który jest długi, skomplikowany i kosztowny. Pierwszym zwierzęciem transgenicznym była urodzona w 1980 roku mysz z genem hormonu wzrostu szczura. Od tego czasu, z każdym rokiem liczba transgenicznych zwierząt zwiększa się<sup>14</sup>.

Badania nad genetycznie modyfikowanymi zwierzętami prowadzi się zarówno w celach naukowych (poznawczych) oraz w celach praktycznych. Główne zadania poznawcze dotyczą kwestii genetycznej kontroli systemów fizjologicznych u zwierząt i człowieka oraz opracowania modeli genetycznych chorób. Cele naukowe związane są głównie z medycyną, gdzie transgeniczne myszy służą jako modele do testowania nowych obiecujących metod leczenia chorób, takich jak: otyłość, karłowatość, cukrzyca, przyspieszone starzenie, choroby układu krążenia, nowotwory. Cele praktyczne obejmują poprawę cech produkcyjnych zwierząt oraz wykorzystanie biomedyczne produktów zwierząt transgenicznych (zwierzęta jako bioreaktory). Wykorzystanie transgenicznych zwierząt nie tylko ma na celu przyspieszenie klasycznych programów hodowlanych, ale przede wszystkim stanowi podstawę dla ekonomicznej produkcji ratujących życie ludzkie biofarmaceutyków<sup>15</sup>.

---

<sup>12</sup> I. Wrześniewska - Wal, *Żywność genetycznie zmodyfikowana. Aspekty prawne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2008, s. 19.

<sup>13</sup> L. Zwierzchowski, *Biotechnologiczne wykorzystanie gruczołu mlecznego -perspektywy manipulacji genetycznych białkami mleka*, Biotechnologia nr 2, Poznań 1988, s. 33.

<sup>14</sup> A. Paszewski, *Sukcesy naukowe biologów a problemy etyczne*, [w:] *LI prognoza trzeciego tysiąclecia. Człowiek - nauka - wiara*, pod red. J. J. Jadackiego, A. Białeckiej, Warszawa 2001, s. 464.

<sup>15</sup> A. Linkiewicz, S. Sowa, *Zwierzęta genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 59-69.

W przypadku zwierząt modyfikacje genetyczne dotyczą zwykle wielu gatunków zwierząt: gospodarskich, domowych, oraz doświadczalnych a także ryb i owadów. Najistotniejsze kierunki prac naukowo-badawczych to:

- produkcja ludzkich białek i przeciwciał,
- produkcja antybiotyków i szczepionek,
- wykorzystanie zwierząt jako dostawców organów do przeszczepów dla ludzi,
- poprawa produktywności zwierząt gospodarskich,
- poprawa wartości odżywczej produktów żywnościowych pochodzenia zwierzęcego,
- uzyskiwanie nowych cech u zwierząt domowych,
- modyfikacje owadów w celu uniemożliwienia rozprzestrzeniania przez nie chorób<sup>16</sup>.

Mówiąc o naukowym wykorzystaniu zwierząt transgenicznych należy podkreślić, że trwające od ponad 20 lat prace stały się niezbędnym elementem w badaniach biologicznych nad zagadnieniami takimi jak rozwój, zachowanie czy pamięć. Możliwość śledzenia i analizy tych procesów u zwierząt dostarcza wielu informacji na temat analogicznych procesów u człowieka<sup>17</sup>.

Natomiast praktyczne wykorzystanie zwierząt transgenicznych sprowadza się do:

- Uzyskania szybszego wzrostu zwierząt hodowlanych. Modyfikacje polegają na wprowadzeniu genów produkujących hormon wzrostu. W ten sposób modyfikowane były głównie ryby: karpie, łososie, ale także zwierzęta gospodarskie: świnie, króliki, owce.
- Zmian jakościowych produktów zwierzęcych - lepsza jakość mięsa, mleka, wełny.

Krowy dające więcej mleka, oraz mleko specjalnie przystosowane do produkcji serów (krowom wprowadzono dodatkowe kopie genów kodujących proteiny: beta - i kappa –kazeinę, dzięki tej modyfikacji z mleka łatwiej i szybciej uzyskuje się ser).

- Zmian w odporności zwierząt (np. krowy odporne na priony powodujące BSE, a także kury odporne na wirus ptasiej grypy).
- Polepszenia trawienia i metabolizmu (lepsze wykorzystanie paszy).
- Szybszego lub kontrolowanego rozmnażania.
- Wykorzystania zwierząt do celów biomedycznych: uzyskiwanie białek o znaczeniu farmaceutycznym, wykorzystanie ksenogenicznych komórek i tkanek, ksenotransplantacja organów.
  - Modyfikowania świń jako dawców narządów - ksenotransplantacja. Polskim akcentem w modyfikacji zwierząt jest transgeniczny knurek TG 1154. Został on stworzony w ramach projektu pod tytułem: „Wykorzystanie genetycznie zmodyfikowanych świń dla pozyskiwania

---

<sup>16</sup> D. Stankiewicz, *GMO - korzyści i zagrożenia*, Infos nr 19, Warszawa 2007, s. 1-4.

<sup>17</sup> A. Linkiewicz, S. Sowa, *Zwierzęta genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 69 <sup>17</sup> *Ibidem*, s. 60. *Ibidem*, s. 60.

organów do transplantacji u człowieka". Polska transgeniczna świnia ma wbudowany gen, który może znieść immunologiczną barierę międzygatunkową pomiędzy świnią i człowiekiem.

■ Inne takie jak:

- modyfikacje do celów naukowych zwierząt laboratoryjnych - myszy, szczurów,
- modyfikowane owce wytwarzające wełnę toksyczną dla moli i nie kurcząca się w praniu,
- transgeniczne koty i psy dla alergików - ich sierść nie powoduje alergii,
- modyfikowane rybki akwariowe z genami z meduzy, dzięki którym fluoryzują w ciemności<sup>18, 19, 20</sup>.

Bardzo popularne stały się w ostatnim czasie genetycznie zmodyfikowane mikroorganizmy (GMM). Ich wykorzystanie w nauce nie budzi kontrowersji, ponieważ dotyczy zawsze ściśle kontrolowanych warunków hodowli, jest prowadzone przez większość ośrodków naukowych na całym świecie, a korzystne efekty ich stosowania widoczne są na każdym kroku. Podobnie genetycznie zmodyfikowane mikroorganizmy wykorzystywane w przemyśle, również nie przedostają się do środowiska, a produkty z nich otrzymywane nie ustępują produktom otrzymywanym syntetycznie. Największe obawy związane są z mikroorganizmami, które zostały zmienione w celu wprowadzenia do środowiska np. do celów bioremediacji. Niezamierzone szkodliwe efekty, które potencjalnie mogą się pojawić, wynikają głównie z faktu, że są to organizmy, które łatwo i szybko mogą się rozmnażać, co może uniemożliwić ich kontrolę po zakończeniu uwolnienia do środowiska<sup>21</sup>.

Mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie wykorzystywane są dzisiaj jako producenci ważnych dla zdrowia człowieka białek, które wcześniej były uzyskiwane drogą ekstrakcji ze zwierząt. Są to m.in. insulina, hormon wzrostu, czynniki krzepliwości krwi i przeciwciała, interferon i szczepionki przeciwwirusowe. Poza tym mikroorganizmy takie mają szereg innych zalet:

- wytwarzają duże ilości białek, bardzo trudnych do uzyskania w naturze,
- pozyskiwanie jest łatwe,
- znika problem infekcji pochodzenia zwierzęcego lub ludzkiego,
- inkubacja bakterii i drożdży odbywa się w warunkach „zamkniętego użycia” i nie wydostają się one do środowiska naturalnego<sup>22</sup>.

Zastosowanie genetycznie zmodyfikowanych mikroorganizmów ma miejsce w :

---

<sup>18</sup> A. Linkiewicz, S. Sowa, *Zwierzęta genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 60-67

<sup>19</sup> M. Sękowski, B. Gworek, *Genetycznie modyfikowane organizmy w środowisku*, Warszawa 2008, s. 62-63.

<sup>20</sup> Dane za stroną internetową: <http://www.BioTechnolog.pl>

<sup>21</sup> H. Bujak, *Mikroorganizmy genetycznie zmodyfikowane*, [w] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 75-80.

<sup>22</sup> Dane za stroną internetową: <http://www.biolog.pl>.

■ medycynie: do wytwarzania białek człowieka przez bakterie i drożdże, wytwarzania szczepionek, wykorzystywane są w terapii genowej i ksenotransplantacjach.

■ przemyśle: spożywczym do ulepszania klasycznych sposobów fermentacji, celulozowo-papierniczym: opatrunki celulozowe, wykorzystanie mikroorganizmów do bielenia papieru, do rozkładania twardych składników drewna, do oczyszczania ścieków

i konserwacji drewna: elektronicznym: wykorzystanie wirusów do tworzenia elektrod,

■ w ochronie środowiska: produkcja lepszych detergentów, bioremediacja toksycznych odpadów przez mikroorganizmy<sup>23</sup>.

Niektóre uzyskiwane z transgenicznych drobnoustrojów substancje, które mogą być wykorzystane do diagnostyki i terapii chorób są już dostępne na rynku. Inżynieria genetyczna stworzyła również możliwość wytwarzania leków, które były niedostępne metodami konwencjonalnymi. Najlepiej znanym przykładem jest insulina ludzka wytwarzana w komórkach *Escherichia coli*. Jest ona znacznie lepiej tolerowana niż insulina zwierzęca, a dla niektórych chorych jest jedynym możliwym lekiem. Mikroorganizmy zmodyfikowane genetycznie są poza tym wykorzystywane do produkcji wielu innych leków, np. szczepionek przeciw grypie. Metodami biotechnologicznymi uzyskuje się medykamenty do zwalczania nowotworów, AIDS, cukrzycy, zaburzeń hormonalnych i innych chorób. Przewiduje się jednak, że w przyszłości powstaną nowe szczepionki przeciw gruźlicy, malarii i cholercze, leki przystosowane dla konkretnego pacjenta, leki pozwalające regenerować uszkodzony rdzeń kręgowy i tkankę mózgową<sup>24</sup>.

### 3. Uregulowania prawno - instytucjonalne

Najważniejszymi aktami prawa międzynarodowego związanymi z GMO są Konwencja z Rio de Janeiro (5.06.1992)<sup>25</sup> oraz dołączony do niej Protokół z Kartagenu<sup>26</sup>.

Tworzenie norm we współczesnej społeczności międzynarodowej jest niezwykle trudnym i odpowiedzialnym wyzwaniem wynikającym ze zmieniających się technologii oraz zróżnicowanych interesów gospodarczych czy politycznych. Przebiega ono wewnątrz państw jak i w środowisku międzynarodowym, gdzie dąży się do jednolitego standardu zasad i wytycznych korzystania z technologii i jej produktów.

W okresie kilkunastu lat Unia Europejska poprzez swoje organy prawodawcze wypracowała wiele dyrektyw i rozporządzeń które miały i mają charakter liberalny,

---

<sup>23</sup> Dane za stroną internetową: <http://www.ekoportal.gov.pl>.

<sup>24</sup> J. Zimny, S. Oleszczuk, *Zastosowania GMO w medycynie*, [w] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007, s. 104-105

<sup>25</sup> Do polskiego porządku prawnego wprowadzona w 2002 r – Dz. U. z 2002 r., nr184, poz1532

<sup>26</sup> Do polskiego porządku prawnego wprowadzony w 2004 r – Dz. U. z 2004 r., nr 216, poz. 2201



a w kolejnych latach ewaluowały w kierunku większej ochrony produkcji konwencjonalnej co znalazło odzwierciedlenie w zaleceniu KE 2010/C 200/01<sup>27</sup>.

W Polsce podstawowym aktem prawnym normującym sprawy GMO jest ustawa z 22. 06.2001 roku o organizmach genetycznie modyfikowanych w której dokonano wdrożenia podstawowych międzynarodowych aktów prawnych w tej dziedzinie. Należy podkreślić, że przepisy polskiego prawa zawierają regulacje bardziej restrykcyjne w stosunku do przepisów wspólnotowych<sup>28</sup>.

Rząd Polski popiera prowadzenie prac w zakresie zamkniętego użycia GMO zgodnie z warunkami określonymi w przepisach prawa. Natomiast ze względu na dążenie do tego aby Polska była krajem wolnym od GMO, sprzeciwia się prowadzeniu zamierzonego uwolnienia GMO do środowiska w celach doświadczalnych oraz obrotu produktów GMO dopuszczanych na podstawie Dyrektywy 2001/18/WE. Jednocześnie dopuszcza możliwość importu żywności genetycznie zmodyfikowanej spoza UE oraz sprowadzania jej z krajów członkowskich pod warunkiem wyraźnego jej znakowania i bez dalszej możliwości jej przetwarzania. Ponadto wypowiada się przeciwko wprowadzaniu do obrotu pasz GMO<sup>29</sup>.

Uchwalona przez Sejm 9 listopada 2012 r. ustawa o nasiennictwie została ogłoszona 28 grudnia 2012 r. Wdraża ona nowe unijne przepisy z zakresu nasiennictwa; wykonuje też wyrok Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości z lipca 2009 r., w którym Trybunał wskazał na niezgodność prawa polskiego z prawem UE – stąd dopuszcza rejestrację nasion GMO, a także legalizuje obrót nimi na terenie Polski. Pomimo zatwierdzenia przez Komisję Europejską upraw GMO, kraj członkowski ma jednak możliwość czasowego ograniczenia lub zakazania ich uprawy na swoim terytorium, ale musi uzasadnić to względami bezpieczeństwa dla zdrowia ludzi i środowiska. Z takiej możliwości skorzystały m.in. Austria, Francja, Grecja, Niemcy i Węgry<sup>30</sup>. Najbliższa przyszłość pokaże czy Polska pójdzie tą drogą.

#### **4. Stan upraw roślin GMO**

Według danych ISAAA (Międzynarodowego Instytutu Propagowania Upraw Biotechnologicznych) w 2011 roku na świecie powierzchnia upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych zajmowała 160 mln hektarów, a więc wzrosła ponad 94 krotnie na przestrzeni 15 lat odnosząc sukces jakiego nie osiągnęła żadna inna technologia<sup>31</sup>.

W USA, gdzie od początku uprawiano najwięcej zmodyfikowanych roślin, zarówno pod względem liczby gatunków, jak i zajmowanych przez nie powierzchni

---

<sup>27</sup> Dz. U. C 200/1, 22/07/2010 w sprawie wytycznych w zakresie opracowania krajowych środków dotyczących współistnienia upraw i mających na celu zapobieżenie niezamierzonemu występowaniu GMO w uprawach konwencjonalnych i ekologicznych.

<sup>28</sup> Diabla A., *Polские регуляции dotyczące организмов модифицированных генетически*, [w:] – *Познајемо своје поглјды. Конференција на реч Екорозвоју*, Białystok 2003, s.26.

<sup>29</sup> <http://www.parl.sejm.gov.pl>

<sup>30</sup> [www.tech.money.pl](http://www.tech.money.pl)

<sup>31</sup> Dane za stroną internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org>.

upraw znajduje się ponad 50% ogólnej powierzchni upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych - tabela 1.

**Tabela 1. Światowi producenci roślin GMO w latach 2006 – 2011.**

Lp.	Kraj	Areal uprawy w mln ha			Uprawiane rośliny GMO w 2011 roku
		2006	2010	2011	
1.	USA	54,6	66,8	69,0	Soja, kukurydza, bawełna, rzepak, dynia, papaja, lucerna, burak cukrowy
2.	Brazylia	11,5	25,4	30,3	Soja, kukurydza, bawełna
3.	Argentyna	18,0	22,9	23,7	Soja, bawełna, kukurydza
4.	Indie	3,8	9,4	10,5	Bawełna
5.	Kanada	6,11	8,8	10,5	Rzepak, kukurydza, soja
6.	Chiny	3,5	3,5	3,9	Bawełna, pomidory, topola, petunia, papaja, słodka papryka
7.	Paragwaj	2,0	2,6	2,8	Soja
8.	Pakistan	2,0	2,4	2,6	Kukurydza
9.	RPA	1,4	2,2	2,3	Kukurydza, soja, bawełna
10.	Urugwaj	0,4	1,1	1,2	Soja, kukurydza
11.	Boliwia	0,3	0,9	1,2	Soja
12.	Filipiny	0,2	0,5	0,8	Kukurydza
13.	Australia	0,2	0,7	0,5	Bawełna, rzepak
14.	Burkina Faso	-	0,3	0,3	Bawełna
15.	Birma	-	0,3	0,3	Bawełna
16.	Meksyk	0,1	0,1	0,1	Bawełna soja
17.	Chile	<0,1	<0,1	<0,1	Kukurydza, soja, rzepak
18.	Kolumbia	<0,1	<0,1	<0,1	Bawełna
19.	Honduras	<0,1	<0,1	<0,1	Kukurydza
20.	Kostaryka		<0,1	<0,1	Bawełna, soja
21.	Egipt		<0,1	<0,1	Kukurydza
22.	UE-27*	<0,1	<0,1	0,1	Kukurydza
	<b>razem</b>	<b>102,0</b>	<b>148</b>	<b>160,0</b>	

\*27 krajów członkowskich, w tym Hiszpania, Niemcy, Czechy, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Szwecja

Źródło:

[www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/default.asp)

Tempo wzrostu powierzchni upraw GM jest ciągle bardzo wysokie. W 2006 roku powierzchnia upraw GMO wzrosła w porównaniu do 1996 roku – sześćdziesięciokrotnie osiągając 102 mln ha, w 2010 roku to już obszar 148 mln ha, a w 2011 roku – 160 mln ha. W 2011 roku miał miejsce 8% wzrost powierzchni upraw GMO w stosunku do roku poprzedniego oraz wzrosła do 29 liczba krajów w których uprawia się te rośliny. Najbardziej spektakularny przyrost powierzchni upraw GMO w ostatnich latach zaobserwowano w Brazylii i Indiach. W pierwszych latach komercjalizacji genetycznie zmodyfikowanych roślin uprawnych następował szybki wzrost powierzchni upraw tych roślin w krajach rozwiniętych, a od 2010

roku wielkość obszaru upraw biotechnologicznych wzrasta szybciej w krajach rozwijających się niż jak miało to miejsce wcześniej w krajach bogatych<sup>32</sup>.

W roku 2011- 16,7 miliona rolników na świecie uprawiało GMO, w stosunku do roku 2010 jest to wzrost o 8% (1,3 miliona). Warto odnotować, że **90% z nich, czyli 15 milionów**, to drobni i biedni rolnicy z krajów rozwijających się. 7 milionów rolników z Indii oraz kolejne 7 milionów rolników z Chin, łącznie uprawiało ponad 14,5 miliona hektarów GMO!<sup>33</sup>

USA ze swoimi 69 milionami ha upraw (ok. 43% światowego arealu), kolejny rok z rzędu jest liderem. W roku 2011 szczególnie wzrosła powierzchnia upraw kukurydzy i bawełny, wznowiono również uprawę modyfikowanej lucerny. Oprócz lucerny spodziewa się dużego wzrostu arealu upraw nowych odmian buraka cukrowego oraz papaja. Brazylia zajmuje drugie miejsce, za USA, w całkowitej powierzchni upraw GMO, wynoszącym 30,3 miliona hektarów. Trzeci rok z rzędu Brazylia jest liderem w przyroście powierzchni upraw rok do roku. W porównaniu do roku 2010, powierzchnia upraw w tym kraju wzrosła aż o 20% (4,9 miliona ha)! Brazylia odpowiada za 19% całkowitej produkcji GMO na świecie i stale zmniejsza dystans do USA. W pierwszej piątce krajów rozwijających się (Chiny, Indie, Brazylia, Argentyna i RPA) w których liczba mieszkańców stanowi 40% światowej populacji, uprawia się łącznie 71,4 miliona hektarów GMO, co daje 44% światowego arealu upraw. Szacuje się że w 2012 roku, po raz pierwszy udział krajów rozwijających się w areale upraw GMO będzie większy od krajów rozwiniętych. Przyrost powierzchni upraw rok do roku, w krajach rozwijających się (11%) był w 2011 roku ponad dwukrotnie większy od przyrostu w krajach rozwiniętych (5%). Argentyna ze swoimi 23,7 milionami hektarów zajmuje trzecie miejsce, Kanada natomiast piąte (10,4 miliona ha). W Argentynie główną uprawą jest kukurydza, natomiast w Kanadzie - modyfikowany rzepak. Kraje afrykańskie robią stały postęp w akceptacji, wprowadzaniu, produkcji i badaniach dotyczących genetycznie modyfikowanych odmian zbóż. Jak do tej pory trzy kraje uprawiają GMO: RPA, Egipt i Burkina Faso, co daje łącznie 2,5 miliona hektarów upraw. Kolejne kraje (Kenia, Uganda i Nigeria) właśnie kończą swoje testy polowe i zapewne niedługo wprowadzą GMO do upraw. Pomimo trzech lat suszy oraz kilku powodzi, również Australia odnotowała rekordową powierzchnię upraw bawełny, która wyniosła 597 000 hektarów, i stanowiła 99,5% całkowitego arealu upraw tej rośliny. Do tego uprawia się również ok. 140 000 ha rzepaku, co łącznie z bawełną daje ok. 700 000 ha upraw GMO w Australii<sup>34</sup>.

Wśród genetycznie zmodyfikowanych roślin na świecie w uprawie znajdują się soja, kukurydza, bawełna, rzepak, dynie, papaja i lucerna. Ponad połowę arealu upraw GM w 2006 roku stanowiła genetycznie zmodyfikowana soja (58,6 mln ha), dalej pod względem wielkości obszaru uprawy, były: kukurydza (25,2 mln ha),

---

<sup>32</sup> Dane za stroną internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org>

<sup>33</sup> Dane za stroną internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org> **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011**

<sup>34</sup> Dane za stroną internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org> **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011**

bawełna (13,4 mln ha) i rzepak (4,8 mln ha). Inne gatunki zajmowały mniej niż 100 tys. ha każdy. W 2011 roku odnotowano znaczący wzrost powierzchni głównych upraw GMO, które w porządku malejącym wynosiły: soja (75 mln ha), kukurydza (51,4 mln ha), bawełna (24,8 mln ha) i rzepak (8,6 mln ha). Przyjmując za 100% powierzchnię upraw 4 najważniejszych roślin GMO, ich struktura w 2011 roku przedstawiała się następująco: soja 47%, kukurydza 32%, bawełna 16% i rzepak 5%. Uwzględniając udział roślin zmodyfikowanych genetycznie w ogólnej powierzchni poszczególnych upraw, najwięcej jest transgenicznej bawełny (82,7%), soi 75,2%, a następnie kukurydzy 32,3% i 27,8% rzepaku<sup>35</sup>.

Ciekawie przedstawia się też rozkład powierzchni upraw GMO ze względu na wprowadzoną cechę. Największy obszar wśród upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych zajmują rośliny z wprowadzoną cechą tolerancji na herbicydy, trzykrotnie mniej z cechą odporności na owady i około 12 % stanowiły rośliny do których wprowadzono obydwie te cechy równocześnie<sup>36</sup>.

W roku 1996 - uprawy roślin genetycznie zmodyfikowanych obecne były w 5 krajach świata, a po 11 latach - w 22 krajach. Wśród tych 22 krajów było - 6 państw Wspólnoty Europejskiej. Ostatnim krajem, który w 2006 roku dołączył do grupy producentów roślin genetycznie zmodyfikowanych była Słowacja. Rok wcześniej dołączyły Czechy<sup>37</sup>.

W państwach Wspólnoty Europejskiej z roślin GM w roku 2006 uprawiano jedynie kukurydzę z wprowadzoną odpornością na owady Bt na 62,3 tys. hektarów, z czego aż 53.7 tysiąca znajdowało się w Hiszpanii. W pozostałych pięciu krajach UE (Francja, Niemcy, Portugalia, Czechy i Słowacja) obszar upraw GM stanowił 8,6 tys. ha, ale w stosunku do roku 2005 wartość ta wzrosła ponad pięciokrotnie – tabela 2.

W Unii Europejskiej dopuszczone do uprawy są dwie rośliny GMO: kukurydza Bt oraz ziemniak Amflora. Według ISAAA uprawy tych roślin znajdują się w ośmiu krajach UE.

**Tabela nr 2. Uprawa roślin GM w UE w latach 2005-2009**

	<i>Uprawy roślin GM w UE w hektarach.</i>				
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Hiszpania	53.225	53.667	75.148	79.269	76.057
Francja	492	5.000	21.147	-	-
Czechy	150	1.290	5.000	8.380	6.480
Portugalia	750	1.250	4.500	4.851	5.094
Niemcy	342	947	2.685	3.171	-
Słowacja	-	30	900	1.900	875

<sup>35</sup><http://www.portalspozywczy.pl/zboza-oleiste/wiadomosci/uprawy-gmo-na-swiecie-zajmuja-160-mln-ha,73679.html>

<sup>36</sup> [www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary)

<sup>37</sup> [www.ekoportal.gov.pl](http://www.ekoportal.gov.pl)

Rumunia		*110.000	*90.000	350	7.146	3.344
Polska		-	100	320	3.000	3.000
Łącznie kukurydza	GM	<b>54.959</b>	<b>62.284</b>	<b>110.050</b>	<b>107.717</b>	<b>94.750</b>

Źródło:

[http://www.gmo-](http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/392.gm_maize_cultivation_europe_2009.html)

[compass.org/eng/agri\\_biotechnology/gmo\\_planting/392.gm\\_maize\\_cultivation\\_europe\\_2009.html](http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/392.gm_maize_cultivation_europe_2009.html)

\*uprawa soi GM

Sześć państw: Hiszpania, Portugalia, Polska, Czechy, Słowacja, Rumunia uprawiały w ubiegłym roku łącznie ok. 114 tys. ha kukurydzy Bt, czyli 26 proc. więcej niż rok wcześniej. Modyfikowana kukurydza głównie rośnie w Hiszpanii, jej areal stanowi 85 proc. wszystkich upraw GMO w Unii. W Niemczech i Szwecji uprawiane były w 2010 roku ziemniaki Amflora, które zajmowały tylko 17 ha i były produkowane w celach hodowlanych<sup>38</sup>.

W świetle unijnego raportu – tabela 2, od 2006 roku nie jesteśmy krajem wolnym od GMO. W Polsce z jednej strony istnieje zakaz handlu ziarnami GMO z przeznaczeniem na wysiew, z drugiej sam wysiew nie jest zabroniony. Stąd rolnicy kupują ziarna za granicą i wysiewają je w Polsce bez żadnych restrykcji i kontroli. Ministerstwo Środowiska choć teoretycznie jest zobligowane do prowadzenia rejestru takich upraw, bezradnie rozkłada ręce przyznając że nie wie ile i gdzie GMO się uprawia<sup>39</sup>.

O tym, że Polska nie jest wolna od GMO świadczy też fakt, że w 2009 roku szwedzka firma, która skupowała od nas kukurydzę, zrobiła rutynową kontrolę i okazało się, że zanieczyszczenie kukurydzy, reklamowanej jako wolna od GMO, wyniosło prawie 4 proc. Z drugiej strony dane dotyczące upraw GMO w Polsce mogą być fałszowane. Laureatka ekologicznego Nobla ostrzega, że część informacji o występowaniu GMO w Polsce rozsiewają zwolennicy genetycznie modyfikowanych roślin. Według niej zwolennicy GMO wmawiają rolnikom, że w Polsce istnieją już uprawy GMO, które zanieczyściły uprawy tradycyjne. – „Może to być celowa propaganda, bowiem zwolennikom GMO chodzi o to, aby jak najszybciej dopuścić do legalnych upraw GMO” – stwierdziła Łopata<sup>40</sup>.

W Unii Europejskiej ciągle trwają dyskusje odnośnie GMO ukierunkowane na zmianę systemu zatwierdzania i oceny ryzyka stosowania tych roślin. Komisja Europejska zamierza zmienić radykalnie nastawienie do wydawania licencji na nowe odmiany GMO, które będą dopuszczane. Decyzje czy rolnicy będą mogli je wykorzystać nadal pozostaną w kwestii danego kraju. Przez ostatnie 12 lat w unii

<sup>38</sup> [www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary).

<sup>39</sup> <http://www.eko-portal.pl> z 3.04.2012.

<sup>40</sup> [www.2011transgeniczneorganizmy.wordpress.com](http://www.2011transgeniczneorganizmy.wordpress.com).

dopuszczono tylko dwa gatunki GMO, podczas gdy na świecie można uprawiać 150 gatunków zmodyfikowanych roślin<sup>41</sup>.

Powierzchnia upraw GMO w UE stanowi tylko 0,02 proc. wszystkich upraw w świecie, stąd Europa może łatwo powiedzieć **nie** dla upraw GMO, co też czyni. Oficjalne zakazy GMO obowiązują w następujących krajach:

1. Austria: zakaz uprawy oraz importu MON 810, MON 863, rzepak T25 (pierwszy zakaz w czerwcu 1999, dalszy w lutym 2004)
2. Grecja: zakaz uprawy MON 810 (od kwietnia 2005)
3. Węgry: zakaz uprawy MON 810 (od września 2006)
4. Włochy: zakaz uprawy roślin GM (od marca 2006)
5. Szwajcaria: w 2005 wprowadzono moratorium, zakazujące komercyjnych upraw i hodowli zwierząt GM. W 2009 moratorium przedłużono do 2013.
6. Francja: zakaz uprawy MON 810 (luty 2008)
7. Luksemburg: zakaz uprawy MON 810 (marzec 2009)
8. Niemcy: zakaz uprawy i sprzedaży MON 810 (kwiecień 2009)
9. Polska: ?
10. Bułgaria: zakaz uprawy GMO do celów naukowych oraz komercyjnych (marzec 2010)<sup>42</sup>.

## 5. Perspektywy gospodarczego wykorzystania GMO

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat na świecie miał miejsce dynamiczny rozwój upraw roślin genetycznie modyfikowanych. Producenci rolni, osiągając wymierne korzyści ekonomiczne, na coraz większą skalę rozwijają produkcję roślin GM. Uprawa roślin GM rozwija się nie tylko w obu Amerykach, Australii, ale również w krajach rozwijających się na kontynencie azjatyckim. Systematycznie zwiększa się liczba zwolenników stosowania organizmów GM, nie tylko wśród rolników widzących możliwości poprawy dochodów dzięki tej technologii, ale również wśród polityków dostrzegających szanse włączenia rolnictwa do rozwiązywania podstawowych problemów nękających współczesny świat, jakimi są: zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego oraz bezpieczeństwa energetycznego. Z drugiej zaś strony narastają spory nad dopuszczeniem do uprawy roślin GM, a liczba przeciwników uwalniania do środowiska organizmów zmodyfikowanych genetycznie wzrasta. Rośnie bowiem zaniepokojenie społeczeństw nieznanymi długofalowymi skutkami nienaturalnych manipulacji genetycznych zarówno dla środowiska przyrodniczego, jak i dla zdrowia konsumentów, chociaż jak dotychczas, mimo wielu badań, nie znaleziono żadnych istotnych dowodów na ich negatywny wpływ na zdrowie ludzi w skali populacji.

Europa od samego początku miała dużo problemów z roślinami genetyczniemodyfikowanymi - budziły one wśród Europejczyków wiele obaw i kontrowersji. Rośliny te z jednej strony mogły przynieść dla wielu dziedzin nowe szanse (rolnictwo, ochrona środowiska, przemysł), lecz z drugiej strony mogły wprowadzać wiele obaw co do bezpieczeństwa i wpływu na otoczenie, a w

---

<sup>41</sup> Biuletyn Polskiej Federacji Biotechnologii nr 2 (11) 2010, s. 3.

<sup>42</sup> <http://www.gmo-free-regions.org>.

szczególności na zdrowie ludzi. Praca legislacyjna nad roślinami genetycznie zmodyfikowanymi opiera się na szczególnym kontrolowaniu procesu tworzenia nowych odmian roślin, jak i ich produktów. Kontrole przeprowadza się od samego początku prac laboratoryjnych do ostatniego momentu, jakim jest półka w sklepie, gdzie gotowy produkt trafia z odpowiednim oznaczeniem<sup>43</sup>.

Społeczeństwo europejskie, w tym także polskie jest sceptycznie nastawione do żywności genetycznie modyfikowanej. Badanie opinii publicznej w krajach Wspólnoty z 2010 roku<sup>44</sup> wykazało, że społeczny sprzeciw wobec zmodyfikowanej genetycznie żywności wynosi 61 proc. W tym samym badaniu na zlecenie KE zadano pytanie: czy respondenci wierzą w żywność GM? Okazało się, że 87 proc. nie wierzy, by żywność genetycznie modyfikowana mogła być lepsza od produktów naturalnych i tradycyjnych.

Przeciętnie 70-75 proc. Polaków jest przeciwko żywności modyfikowanej genetycznie. Więcej niż połowa badanych (54 proc.) deklaruje, że nie zetknęła się na polskim rynku z produktami zawierającymi organizmy modyfikowane genetycznie. Niemal jedna piąta ankietowanych (18 proc.) nie potrafi powiedzieć, czy widziała takie produkty. Ponad 90 proc. ankietowanych uważa, że produkty zawierające organizmy modyfikowane genetycznie, jak i produkty ze zwierząt karmionych paszą zawierającą organizmy modyfikowane genetycznie powinny być odpowiednio oznakowane. Około 72 proc., mając możliwość wyboru, kupiłoby produkt bez GMO nawet wówczas, gdyby był droższy od artykułu zawierającego modyfikacje genetyczne. Opinie Polaków w kwestii, czy uprawa GMO to szansa na zlikwidowanie głodu i niedostatku, są podzielone - tyle samo osób zgadza się z tym stwierdzeniem, co je odrzuca (po 41 proc.)<sup>45</sup>.

Skoro opinia publiczna jest nieprzychylna uprawom GMO, to dlaczego uprawy genetycznie modyfikowane są tak ekspansywne? Jak nie wiadomo o co chodzi, to z reguły chodzi o pieniądze. Według organizacji ekologicznych za GMO przemawia interes wielkich korporacji. Prowadzi się strategię uzależnienia rolników oraz konsumentów od nasion i roślin, które są własnością wielkich, ponadnarodowych korporacji. W skali całego świata tylko 10 wielkich korporacji ma w swoich rękach prawie 70 proc. nasion<sup>46</sup>.

W roku 2006 rośliny zmodyfikowane genetycznie uprawiało 10,3 miliona rolników (w 2005 było ich 8,5 mln). Aż 90% (9,3 mln) w tej grupie stanowili rolnicy w małych i biednych gospodarstwach w krajach rozwijających się, głównie w Chinach (6,8 mln). Jest to wzrost o prawie 21% - w 2005 było ich 7,7 mln. Oznacza to, że przyrost ten związany jest właśnie ze zwiększającą się liczbą małych i biednych gospodarstw, w których uprawia się rośliny GMO. Sądzi się, że ogromny potencjał związany z rozwojem upraw GM może spowodować 50% zmniejszenie ubóstwa do roku 2015 w tych krajach<sup>47</sup>.

---

<sup>43</sup> Seremak- Bulge J. Hryszko K., *Rośliny Genetycznie Zmodyfikowane Uwarunkowania Ekonomiczne i Prawne w Polsce*, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa 2006 s. 7

<sup>44</sup> [www.eurobarometer /Biotechnology Report/ 2010](http://www.eurobarometer/Biotechnology Report/ 2010)

<sup>45</sup> [www.fakty.interia.pl](http://www.fakty.interia.pl)

<sup>46</sup> [www.fakty.interia.pl](http://www.fakty.interia.pl)

<sup>47</sup> <http://www.portalspozywczy.pl/zboza-oleiste/wiadomosci>

W opracowanym na zlecenie ONZ i Banku Światowego raporcie<sup>48</sup> w nadchodzących dziesięcioleciach wyzwaniem dla globalnego rolnictwa będzie zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego w zmieniających się warunkach klimatycznych (zmiany temperatur, ilości opadów, pojawiających się nowych odmianach roślin, chorób i szkodników). Biorący udział w opracowaniu Raportu doszli wspólnie do wniosku, że uprawy GMO nie mogą stanowić priorytetu przy rozwiązywaniu problemów żywnościowych świata do 2050 roku. Wbrew oczekiwaniom promotorów inżynierii genetycznej, IAASTD wskazał na wiele problemów co do przyszłości tej technologii. Pośród problemów, na jakie wskazano znalazły się:

- obawa przed zahamowaniem rozwoju rolnictwa i nauki z powodu barier prawnych wywołanych ograniczeniami patentowymi płynącymi z sektora biotechnologicznego,
- problemy ekologiczne związane z przepływem genów z upraw zmodyfikowanych genetycznie,
- zakłócenia rynków spowodowane sprzeciwami natury politycznej i etycznej,
- brak długoterminowego monitoringu w zakresie ochrony zdrowia i środowiska naturalnego w krajach, które prowadzą obecnie na wielką skalę uprawy GMO<sup>49</sup>.

Jednocześnie IAASTD stwierdził, że istnieją inne, bardziej obiecujące strategie rozwoju z perspektywy przyszłości światowego rolnictwa. Bogate pod względem bioróżnorodności rolnictwo ekologiczne oraz nowoczesna, konwencjonalna hodowla roślin to najlepsze metody adaptacji rolnictwa do zmian klimatycznych. Inżynieria genetyczna nie tworzy złożonych cech i nie umożliwia właściwej nad nimi kontroli, niezbędnej dla stworzenia odmian odpornych na zmiany klimatu. Inwestycja w utrzymanie i rozwój różnorodności upraw i tradycyjnej hodowli to najlepsza metoda zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego w zmieniającym się świecie<sup>50</sup>.

Sektor rolny w Polsce w porównaniu do Europy odgrywa większe znaczenie zarówno gospodarcze jak i społeczne. Istnieją wciąż regiony w których rolnictwo pełni rolę jednej z głównych gałęzi gospodarki, wpływając na poziom ich rozwoju oraz standard życia mieszkańców. Mocno są więc promowane rozwiązania agroekologiczne, które sprzyjają powstawaniu miejsc pracy i stymulują rozwój rolny, zabezpieczając zrównoważony rozwój ludzi i środowiska naturalnego, chroniąc glebę, wodę klimat oraz bioróżnorodność. Działania takie wspierają zdrowe praktyki rolne, zdrową żywność dla nas i przyszłych pokoleń, nie zanieczyszczają środowiska przez stosowanie chemicznych środków czy inżynierii genetycznej.

---

<sup>48</sup>Raport nt. rozwoju rolnictwa na naszym globie pt. "Międzynarodowa ocena wpływu nauk i technologii rolniczych na rozwój" IAASTD 2009.

<sup>49</sup><http://www.greenpeace.org/raw/content/poland/press-centre/dokumenty-i-raporty>.

<sup>50</sup><http://www.greenpeace.org/raw/content/poland/press-centre/dokumenty-i-raporty>.



## **Zakończenie**

Dynamiczny postęp w biotechnologii dokonuje się w dziedzinie inżynierii genetycznej, umożliwiającej zmianę materiału genetycznego dowolnego organizmu. W drodze modyfikacji genetycznych otrzymano rośliny uprawne odporne na herbicydy (soja, kukurydza, rzepak, bawełna, lucerna) i na szkodniki owadzie (kukurydza, bawełna, ziemniak z owadobójczym czynnikiem Bt). Prowadzone są prace nad uzyskaniem roślin transgenicznych o zmienionych walorach prozdrowotnych i smakowych, odpornych na choroby oraz na niekorzystne warunki środowiska (mróz, susza, zasolenie), pochłaniających zanieczyszczenia z gleby i wody.

Modyfikowane genetycznie są głównie rośliny mające duże znaczenie gospodarcze, zmiana genomu ma na celu nadanie im pożądanых cech przez człowieka, takich jak większa trwałość, odporność na szkodniki, wirusy i grzyby, środki ochrony roślin, podniesienie ich cech jakościowych, np. lepszego smaku, barwy.

Badania nad genetycznie modyfikowanymi zwierzętami prowadzi się zarówno w celach naukowych (poznawczych) związanych głównie z medycyną do testowania nowych obiecujących metod leczenia chorób, takich jak: otyłość, karłowatość, cukrzyca, przyspieszone starzenie, choroby układu krążenia, nowotwory. Także w celach praktycznych, które obejmują poprawę cech produkcyjnych zwierząt oraz wykorzystanie biomedyczne produktów zwierząt transgenicznych.

W ostatnim czasie genetycznie zmodyfikowane mikroorganizmy cieszą się największą popularnością, ich wykorzystanie w nauce nie budzi kontrowersji, ponieważ dotyczy zawsze ściśle kontrolowanych warunków hodowli. Wykorzystuje się je w większości ośrodków naukowych na całym świecie, a korzystne efekty ich stosowania widoczne są w medycynie, przemyśle i ochronie środowiska.

Mimo licznych, widocznych sukcesów inżynierii genetycznej, wiele osób wyraża obawy wobec praktycznego wykorzystywania organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO). W Polsce w ostatnich latach spadła akceptacja społeczna dla produktów opartych na roślinach transgenicznych. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest brak rzeczowej informacji o korzyściach płynących z wykorzystania zdobyczy biotechnologii.

Niewystarczająca jest również popularyzacja wiedzy o ewentualnych zagrożeniach związanych z użyciem organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz o środkach bezpieczeństwa, jakie są podejmowane przy wprowadzaniu do obrotu produktów GMO.

Technologia GMO jest zjawiskiem nowym i nie wiemy, jakie mogą być długofalowe skutki jej stosowania dla środowiska oraz zdrowia i życia człowieka. Skutków dla środowiska, jak i dla zdrowia ludzi jedzących te produkty nie sposób ocenić bez dokładnych, długotrwałych badań. Negatywne efekty wpływania takich produktów na organizm ludzki mogą się ujawnić wiele lat później. Należałoby więc odczekać jedno, dwa pokolenia i sprawdzić, czy nie pojawiają się negatywne skutki stosowania GMO.

Zainteresowanie aktualnymi i potencjalnymi możliwościami inżynierii genetycznej w biologii, rolnictwie, przemyśle i medycynie, a także w odniesieniu do możliwości manipulowania genami człowieka wzbudza wiele wątpliwości i sprzeciwu, zwłaszcza, że obecna wiedza w tym zakresie nie daje żadnych uprawnień, by człowiek zaczął sam kierować własną ewolucją. Tak więc problemem inżynierii genetycznej wiąże ze sobą także kwestie natury etycznej i prawnej. A brak kontroli nad GMO może prowadzić do poważnych zagrożeń zdrowia człowieka.

Inżynieria genetyczna jednocześnie otwiera przed nami zupełnie nowe perspektywy. Dzięki niej być może w przyszłości będzie można rozwiązać wiele problemów globalnych, takich jak np. głód na świecie. Niestety niesie ona ze sobą także wiele zagrożeń, takich jak np. tworzenie nowych broni biologicznych, mogących być zagładą dla świata. Nie ulega jednak wątpliwości, że wiele zależy również od tego, w jaki sposób - w miarę zaawansowania prac w tej dziedzinie - rozwiązywane będą aspekty prawne i etyczne.

### Bibliografia

- Biuletynu Polskiej Federacji Biotechnologii Nr 2 (11) 2010 str. 3
- Bujak H.: *Mikroorganizmy genetycznie zmodyfikowane*, [w] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007.
- Dane za stroną internetową: <http://www.biolog.pl>
- Dane za stroną internetową: <http://www.BioTechnolog.pl>
- Dane za stroną internetową: <http://www.ekoportal.gov.pl>
- Dane za stroną internetową: ISAAA: <http://www.isaaa.org> Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011
- Dąbrowski Z. T.: *Genetycznie modyfikowane organizmy*, Wieś Jutra nr 1, Warszawa 2008.
- Diabłak A.: Polskie regulacje dotyczące organizmów modyfikowanych genetycznie. [w:] – Poznajemy swoje poglądy. Konferencja na rzecz Ekorozwoju, Białystok 2003
- Dz. U. C 200/1, 22/07/2010 w sprawie wytycznych w zakresie opracowania krajowych środków dotyczących współistnienia upraw i mających na celu zapobieżenie niezamierzonemu występowaniu GMO w uprawach konwencjonalnych i ekologicznych.
- <http://www.greenpeace.org/raw/content/poland/press-centre/dokumenty-i-raporty>
- <http://www.gmo-free-regions.org>
- <http://www.parl.sejm.gov.pl>
- <http://www.portalspozywczy.pl>
- <http://www.portalspozywczy.pl/zboza-oleiste/wiadomosci/uprawy-gmo-na-swiecie-zajmuja-160-mln-ha,73679.html>
- Linkiewicz A., Sowa S.: *Zwierzęta genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007
- Malepszy S.: *Rola postępu biologicznego w produkcji roślinnej*, Postępy Nauk Rolniczych nr 3, Warszawa 2004.

Malepszy S.: *Uwagi o wprowadzeniu do rolnictwa w Polsce odmian roślin genetycznie zmodyfikowanych*. Postępy Nauk Rolniczych nr 6, Warszawa 2006.

Narkiewicz - Jodko J.: *GMO - zagrożenie dla produkcji rolniczej i środowiska*, [w:] *Polska wolna od GMO. Perspektywy europejskie i narodowe*, Toruń 2008.

Paszewski A.: *Sukcesy naukowe biologów a problemy etyczne*, [w:] *LI prognozy trzeciego tysiąclecia. Człowiek - nauka - wiara*, pod red. J. J. Jadackiego, A. Białeckiej, Warszawa 2001.

Raport nt. rozwoju rolnictwa na naszym globie pt. "Międzynarodowa ocena wpływu nauk i technologii rolniczych na rozwój" IAASATD 2009

Sękowski M., Gworek B.: *Genetycznie modyfikowane organizmy w środowisku*, Warszawa 2008.

Sowa S., Linkiewicz A.: *Rośliny genetycznie zmodyfikowane*, [w:] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007.

Sowa S., Linkiewicz A.: *Rośliny genetycznie zmodyfikowane*. Materiały szkoleniowe: *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*. Poznań, 2007, s. 46

Stankiewicz D.: *GMO - korzyści i zagrożenia*, Infos nr 19, Warszawa 2007.

Szopa J., Łukaszewicz M.: *Stan i perspektywy rozwoju roślin transgenicznych w Polsce*, Wieś Jutra nr 7, Warszawa 2003.

Wrześniewska - Wal I.: *Żywność genetycznie zmodyfikowana. Aspekty prawne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2008.

[www.tech.money.pl](http://www.tech.money.pl)

[www.transgeniczneorganizmy.wordpress.com](http://www.transgeniczneorganizmy.wordpress.com)2011

[www.ekoportal.gov.pl](http://www.ekoportal.gov.pl)

[www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary](http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary)

Zimny J., Oleszczuk S.: *Zastosowania GMO w medycynie*, [w] *Organizmy genetycznie zmodyfikowane*, Poznań 2007.

Zwierzchowski L.: *Biotechnologiczne wykorzystanie gruczołu mlecznego - perspektywy manipulacji genetycznych białkami mleka*, Biotechnologia nr 2, Poznań 1988.

## SUMMARY

### **Genetic modification as a factor in the risks and opportunities in the modern world**

The author presents various issues related to the threats and opportunities linked with GMOs. This is a new technology and we do not know what can be long-term effects of its use on the environment and human health and life. Consequences for the environment and for the health of people who eat these products can not be assessed without accurate, long-term studies. The negative influence of these products on the human body can be revealed many years later. It would therefore wait for one or two generations, and see if there will be negative consequences of the use of GMOs. Genetic engineering also opens up a whole new perspective. Thanks to it perhaps in the future we will be able to solve many global problems such as hunger in the world.

