

 **e-Genie**

GMO – skąd biorą się obawy?

Kornelia Polok i Roman Zieliński
Biologia molekularna, kierunek lekarski
2023/2024

GMO – skąd biorą się obawy?

1 stycznia 2019 r. miał wejść w życie zakaz stosowania pasz GMO w Polsce. Zakaz nie obowiązuje, termin przesunięto do 2023 r.

Ustawa zakazująca stosowania pasz GMO miała wejść w życie w 2008 r. Jednakże od tego czasu termin wejścia zakazu jest ciągle przesuwany, ostatnio w 2020 r.

Organizacje rolnicze twierdzą, że rynek polski zalewany jest paszami GMO, głównie soją i kukurydzą. Soja GMO stanowi obecnie 70% pasz. Soja dodatkowo dodawana jest do wyrobów wędliniarskich. Produkcja „rodzimego białka” z grochu, fasoli, łubinu jest niedofinansowana.



Polska sprowadza rocznie 2,5 mln ton soi, która kosztuje 4 mld złotych. Polska podobnie jak cała UE jest uzależniona od importowanych pasz białkowych, które są konkurencyjne cenowo względem „polskiego białka”.



GMO – skąd biorą się obawy?

Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO) od lat wywołują protesty różnych grup społecznych i organizacji ekologicznych.



Nie dla GMO

13.03.2018. AgroFakt



Protest przed Pałacem Prezydenckim, 2009.



Od 28 stycznia 2013 r. obowiązuje zakaz stosowania materiału siewnego odmian GMO kukurydzy MON 810 i ziemniaka Amflora

STOP

GMO

Ważne!

- Zachowujemy materiał siewny roboczych odmian GMO podlega sankcjom finansowym zgodnie z makrozoną zatwierdzoną w sprawie!
- Ważne!** materiał siewny i nasza wiedza czy nie podlega na szkodliwym, niebezpiecznym i niebezpiecznym w środowisku naturalnym i zdrowiu człowieka. Wskazywanie w sprawie 2012 roku!
- Ważne!** w celu zapewnienia materiału siewnego należy się stosować zgodnie z instrukcją, która jest włączona w pakiet siewny. Wskazywanie w sprawie 2012 roku!
- Ważne!** w celu zapewnienia materiału siewnego należy się stosować zgodnie z instrukcją, która jest włączona w pakiet siewny. Wskazywanie w sprawie 2012 roku!

www.minrol.gov.pl www.piorin.gov.pl



STOP NOWE GMO!

UNIA EUROPEJSKA

GMO

Wskazywanie w sprawie 2012 roku!

13.07.2022. Strefa wolna od GMO. Protest przeciwko GMO na bazie CRISPR.

GMO – skąd biorą się obawy?

Większość protestów dotyczy wprowadzenia do uprawy odmian GMO oraz produkcji żywności z modyfikowanych genetycznie organizmów.

- **1978: po raz pierwszy wykorzystano genetycznie zmodyfikowaną *E. coli* do produkcji insuliny.**
- **1994: we Francji wprowadzono modyfikowany genetycznie tytoń, co rozpoczęło debatę o zagrożeniach.**



Protest przeciwko uprawom GMO, Berlin, lipiec 2018.



Greens protest genetically modified potato go-ahead

...the genetically modified potato...

Protest przeciwko wprowadzeniu modyfikowanego ziemniaka w UK, (The Independent 2010).



Protest przed Parlamentem Europejskim, 2008

Wykorzystanie GMO w medycynie, farmacji czy prowadzenie badań naukowych nie budzi kontrowersji.

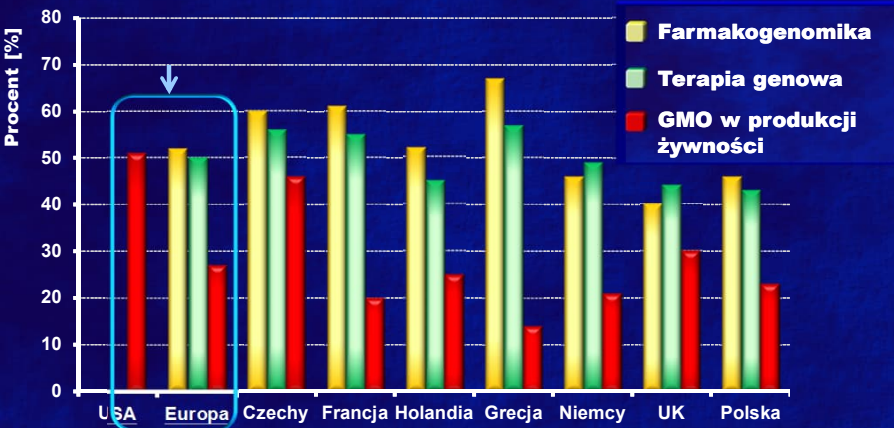
GMO – skąd biorą się obawy?

- GMO w Europie**
- Co to jest GMO? Problemy z definicją.**
- Otrzymywanie GMO**
 - Technologia
 - Precyzja
- Wykorzystanie GMO**
 - Medycyna
 - Przemysł
 - Rolnictwo
- Zagrożenia związane z GMO**
 - Zagrożenia środowiskowe
 - Zagrożenia zdrowotne
 - Zagrożenie ekonomiczne




1. GMO w Europie

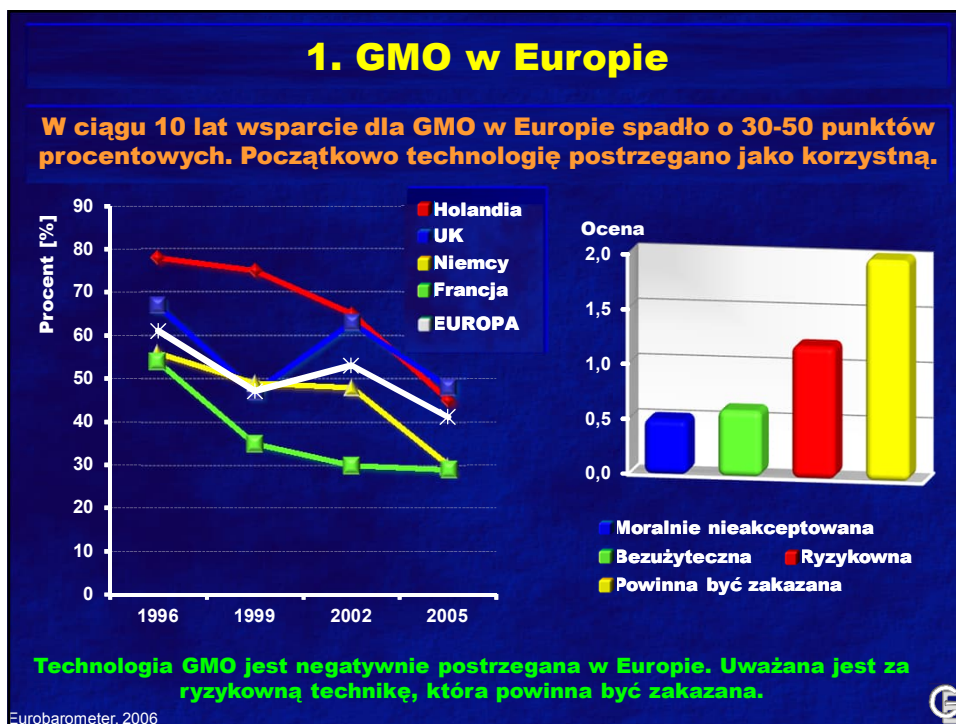
Wsparcie dla GMO (żywność) w Europie jest dwukrotnie niższe niż dla farmakogenomiki i terapii genowej.



Państwo	Farmakogenomika [%]	Terapia genowa [%]	GMO w produkcji żywności [%]
USA	51	50	28
Europa	52	50	26
Czechy	60	56	45
Francja	61	55	19
Holandia	52	45	25
Grecja	67	57	13
Niemcy	46	49	20
UK	40	44	30
Polska	46	43	23

**Wsparcie dla GMO w Europie jest o połowę niższe niż w USA (28% i 51%).
Najwyższe wsparcie odnotowano w Czechach a najmniejsze w Grecji.**





1. GMO w Europie

Dyrektywy UE oraz prawodawstwo narodowe regulują wprowadzenie GMO do środowiska, obrót nasionami oraz produkcję żywności.

Europa: przykłady

- EC 1829/2003 – żywność GMO.
- EC 1830/2003 – znakowanie GMO.
- EC 2001/18/EC – uwolnienie do środowiska.

Polska: przykłady

- Ustawa o GMO z 22.06.2001. Dz.U. Nr 76, poz. 811.
- Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2002 r. i 2004 r.
- Ramowe stanowisko Polski z 18.11.2008 r.

Rejestry GMO w Polsce i UE

Aby uprawiać odmiany GMO zarówno na skalę przemysłową jak i w celach naukowych konieczne jest zezwolenie na uwolnienie GMO do środowiska.

1. GMO w Europie

W wielu państwach członkowskich UE, w tym w Polsce wprowadzono zakaz przemysłowej uprawy GMO na podstawie prawa narodowego.

Zezwolenia na użycie GMO w Europie od 2011 r.:

- **Kukurydza:** 25
- **Bawełna:** 8
- **Rzepak:** 3
- **Soja:** 3
- **Ziemniak:** 1
- **Burak cukrowy:** 1
- **Mikroorganizmy:** 2

Zakaz uprawy GMO w państwach europejskich dotyczy głównie kukurydzy MON 810, a także ziemniaka Amflora



Każdy produkt, który zawiera co najmniej 0.9% GMO powinien być oznakowany.

Większość GMO wprowadzonego do obrotu handlowego w Europie to zmodyfikowane rośliny uprawne. W Polsce można handlować nasionami, ale nie można ich uprawiać.



1. GMO w Europie

Spółeczeństwa europejskie obawiają się wykorzystania GMO w produkcji żywności, domagają się znakowania i wspierają zakazy.

GENET

- To sieć prowadząca krytyczną debatę o GMO, zrzesza 41 organizacji pozarządowych z 21 państw EU.
- GENET skupia się na hodowli roślin i zwierząt, produkcji żywności i wpływie GMO na środowisko i człowieka.

OPINIE

- **Problem GMO jest bezprzedmiotowy.** (HJ Jacobsen, Niemcy, sierpień 2011)
- **Nikt do tej pory nie udowodnił, że GMO jest szkodliwe dla człowieka.** (K. Niemirowicz-Szczytt, 2012.02.08. PR 3)
- **GMO to ogromne zagrożenie. Szkody jakie wywoła będą większe niż wszystko z czym mieliśmy do tej pory do czynienia.** (Z. Mirek, 2012.02.08., PR3)





Regiony wolne of GMO w Europie (zielone).




GMO – skąd biorą się obawy?

1. GMO w Europie
2. **Co to jest GMO? Problemy z definicją.**
3. Otrzymywanie GMO
 - Technologia
 - Precyzja
4. Wykorzystanie GMO
 - Medycyna
 - Przemysł
 - Rolnictwo
5. Zagrożenia związane z GMO
 - Zagrożenia środowiskowe
 - Zagrożenia zdrowotne
 - Zagrożenie ekonomiczne

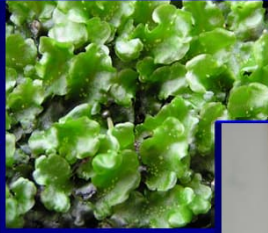


2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.


GMO: ang. „Genetically Modified Organism” - organizm zmodyfikowany genetycznie.




Deinonychus
(przodek ptaków)



Wątrobowce
(pierwsze rośliny lądowe)




Trawy (najmłodsze rośliny lądowe)



Gil (Fot. Jan Chmiel)

Termin GMO jest mylący bowiem modyfikacja genetyczna (zmienność) jest podstawą ewolucji. W tym sensie wszystkie organizmy są zmodyfikowane genetycznie.



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.

Definicje GMO są nieściśle, co umożliwia różną interpretację przez zwolenników i przeciwników GMO.

Ministerstwo Środowiska 2018:

- **GMO to organizm inny niż organizm człowieka, w którym materiał genetyczny został zmieniony w sposób nie zachodzący w środowisku naturalnym (krzyżowanie, rekombinacja).**
- **Dyrektywa UE 2001/18/EC oraz WHO definiują podobnie GMO.**
- **Komentarz: według tej definicji również mutanty otrzymane w drodze mutagenyzy indukowanej należałoby uznać za GMO.**



What is GMO?:
GMO to organizmy, których cechy zmieniono przez modyfikację DNA.

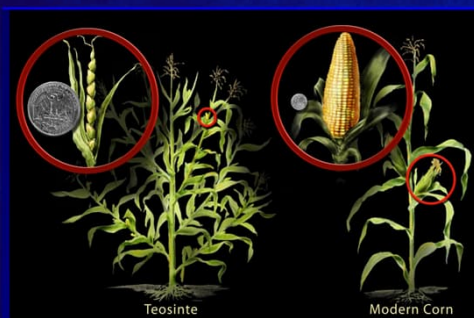


Biotechnolog.pl: organizmy, które zawierają obce geny.



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.

Celowa ingerencja w genom, może prowadzić do modyfikacji, których naukowcy nie są w stanie kontrolować. (Wiąckowski 2007)



Przodek kukurydzy: *Teosinte* i *Zea mays*. (Allmystery.de)



***Helianthus annuus*, dziko rosnący**



***Helianthus annuus*, forma uprawna**

Wszystkie udomowione gatunki zostały zmodyfikowane przez człowieka i proces ten nie był kontrolowany.



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.

Materiał genetyczny organizmów GMO został zmieniony w sposób nie zachodzący w warunkach naturalnych. (izba-ochrona.pl)



GMO z genem maliny (*rgip1*)



Mutant *clavica*

H02B, mutant

Jęczmień, Brenda.



MRS otrzymany przez mutagenезę i krzyżowanie.

Wiele współczesnych odmian otrzymano w sposób nie zachodzący w warunkach naturalnych np. poprzez traktowanie nasion środkami chemicznymi lub promieniowaniem gamma.



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.

GMO zawierają obce geny w genomie, które nie mogłyby się przedostać się do niego w wyniku procesów naturalnych.



Solanum pimpinellifolium

Gen odporności na *Fusarium*



S. lycopersicum



***Festulolium: Lolium multiflorum x Festuca pratensis* – od 1950 r.**

Przepływ genów pomiędzy różnymi gatunkami jest zjawiskiem powszechnym w przyrodzie i od wielu lat wykorzystywanym w hodowli.



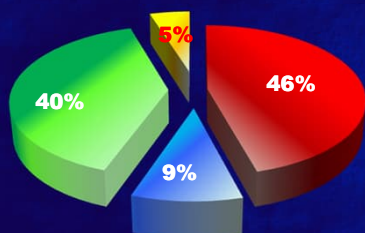
Rośliny zaatakowane przez *Agrobacterium tumefaciens*. Fragment DNA bakterii jest przenoszony do genomu gospodarza.



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją

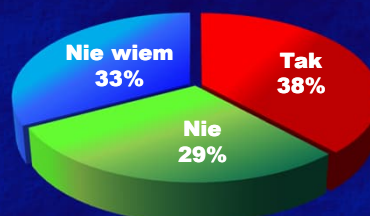
GMO jest znane wśród młodzieży akademickiej i licealnej. 92% słyszało o GMO, z czego w prasie - 34%, TV - 24%, szkołach - 24%, Internecie - 18%.

Czym są organizmy modyfikowane genetycznie?



- Każdy organizm, do którego wprowadzono obce geny poprzez inżynierię genetyczną.
- Każdy organizm zawierający obce geny.
- Organizmy otrzymane w wyniku wywoływania w nich mutacji.
- Nie wiem.

Czy GMO jest niebezpieczne?



33% respondentów nie wie czy GMO jest niebezpieczne. Nieprecyzyjna definicja pozwala manipulować opinią publiczną, która nie ma pełnej wiedzy o GMO.

Ankiety wg pomysłu Piotra Kaczyńskiego i wykonane w ramach koła naukowego „GENIUS”, 2009, grupa 508 osób.



GMO – skąd biorą się obawy?

1. GMO w Europie
2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.
3. **Otrzymywanie GMO**
 - Technologia
 - Precyzja
4. Wykorzystanie GMO
 - Medycyna
 - Przemysł
 - Rolnictwo
5. Zagrożenia związane z GMO
 - Zagrożenia środowiskowe
 - Zagrożenia zdrowotne
 - Zagrożenie ekonomiczne



3. Otrzymywanie GMO: technologia

Cohen et al. 1973 – otrzymali *Escherichia coli* z genem *Salmonella typhimurium*. Wykorzystali naturalne procesy występujące u bakterii.

GEO: „Genetically Engineered Organism”
Organizm otrzymany przy pomocy metod inżynierii genetycznej.

3. Otrzymywanie GMO: technologia

GMO to organizm, który powstał z wykorzystaniem metod inżynierii genetycznej. Dlatego można go też określić jako GEO.

Organizm zmodyfikowany genetycznie [edytuj]

Organizm zmodyfikowany genetycznie **GMO** (od ang. *genetically modified organism*) – organizm, którego genom został zmodyfikowany metodami inżynierii genetycznej w celu uzyskania nowych cech fenotypowych (lub zmiany istniejących)^[1]. Pierwszy GMO został stworzony w 1973 roku^[1], a pierwsze próby polowe miały miejsce w 1990 roku i dotyczyły kukurydzy. Pierwsze komercyjne rośliny zmodyfikowane genetycznie zaczęto sprzedawać w Stanach Zjednoczonych w 1994 roku (zaprzestano jednak 3 lata później) – w pomidorach FlavrSavr: zmniejszono aktywność genu odpowiedzialnego za proces dojrzwania i mięknięcia pomidora.

Spis treści [skrój]

1. Rozdział modyfikacji genetycznych

Genetically modified organism

Article Talk

From Wikipedia, the free encyclopedia

*"GMO" redirects here. For other uses, see **GMO** (disambiguation).*

A **genetically modified organism (GMO)** is any organism whose genetic material has been altered using genetic engineering techniques. The exact definition of a genetically modified organism and what constitutes genetic engineering varies, with the most common being an organism altered in a way that "does not occur naturally by mating and/or natural recombination"^[1]. A wide variety of organisms have been genetically modified (GM), from animals to plants and microorganisms. Genes have been transferred within the same species, across species (creating transgenic organisms), and even across kingdoms. New genes can be introduced, or endogenous genes can be enhanced, altered, or knocked out.


Wikipedia, wersja polska i angielska

Inżynieria genetyczna to zespół technik umożliwiający łączenie DNA z różnych organizmów w jedną cząsteczkę, która następnie jest wprowadzana do organizmu docelowego nadając mu nowe cechy.

3. Otrzymywanie GMO: technologia


Przeniesienie genu pomiędzy gatunkami biologicznymi za pomocą *Agrobacterium tumefaciens*.


Organizm transgeniczny – organizm, do którego wprowadzono nowy gen za pomocą inżynierii genetycznej. Gen dziedziczny się zgodnie z prawami Mendla.



Malina (*Rubus idaeus*)

↓ Izolacja genu







Groch (*Pisum sativum*)

LB bar pNos-npt pgjp 35S RB

S. hygroscopicus *A. rhizogenes* MALINA WIRUS *A. tumefaciens*



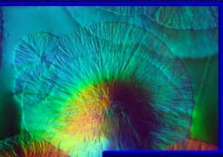
E. coli




A. tumefaciens
(visualphotos.com)

3. Otrzymywanie GMO: technologia

Transfer DNA do komórek biorcy jest wspomagany czynnikami fizycznymi i chemicznymi.




PEG




CaCl₂

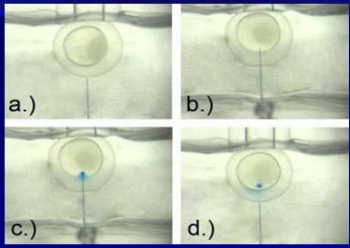
Związki chemiczne używane u roślin i ssaków



Działko genetyczne



Elektroporator



a.) b.)
c.) d.)

Danio pęgowany – mikroiniekcja
(Gene Nakonechny, McMaster University)

U roślin najczęściej wykorzystuje się *A. tumefaciens* oraz działko genetyczne. U zwierząt wykorzystuje się mikroiniekcję i elektroporację.

3. Otrzymywanie GMO: technologia

Organizm transgeniczny zawiera konstrukct DNA składający się z genów pochodzących z różnych organizmów. Te „obce geny” to transgeny.



Groch (*Pisum sativum*) z genem *rpgip1* pochodzącym z maliny (*Rubus idaeus*). Gen koduje odporność na choroby grzybicze.



Obecność transgenu widoczna jest jako „halo” w teście immunologicznym

Metody inżynierii genetycznej są nieprecyzyjne, nie wiadomo gdzie konstrukct został wstawiony i jakim uległ zmianom w genomie biorcy.



3. Otrzymywanie GMO: precyzja

Wprowadzone geny mogą być nieaktywne lub utracone w kolejnych pokoleniach.



Baroness: odmiana wyjściowa, herbicyd Basta powoduje zamieranie liści.



GMO z genem *rpgip1* oraz *bar* (odporność na herbicyd). Liście zamierają po aplikacji herbicydu.



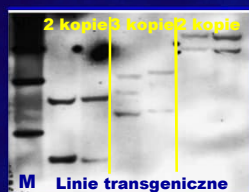
GMO z genem *vst* oraz *bar*. Liście żółkną po aplikacji herbicydu.

Ekspresja genu *bar* zanika w dalszych pokoleniach. Zarówno rośliny kontrolne jak i transgeniczne z genem *bar* są wrażliwe na herbicyd BASTA.



3. Otrzymywanie GMO: precyzja

Transgeny mogą występować w wielu kopiach a także mogą ulegać re-aranżjom w dalszych pokoleniach organizmów transgenicznych.

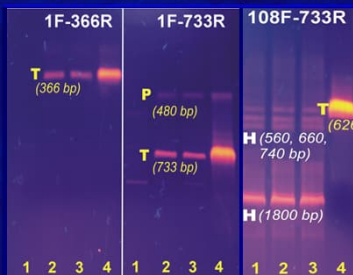


Liczba kopii *rpgip1* w liniach transgenicznego grochu (Richter et. al. 2007)

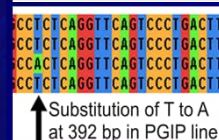
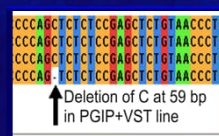
Częstość mutacji u GM soi (Round-up ready):

- Transgen: 0.87×10^{-3}
- *Cong1* i *Cong2* 0.92×10^{-3} (geny soi)

(Ogasawara et al. 2005)



Identyfikacja transgeny u grochu (1 Baroness, 2 PGIP, 3 PGIP x VST, 4 Plazmid). (Polok & Jacobsen 2011)



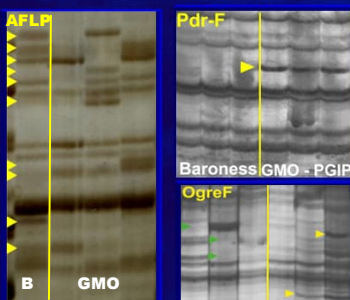
Mutacje w genie *rpgip1* u transgenicznego grochu, -częstość - $1,1 \times 10^{-3}$. (Polok & Jacobsen 2011)

Częstość mutacji w transgenach nie odbiega od częstości mutacji w genach gospodarza i jest zgodna z częstością przewidywaną przez teorię ewolucji molekularnej.



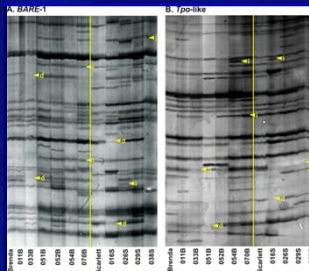
3. Otrzymywanie GMO: precyzja

W organizmach transgenicznych mogą występować liczne mutacje w genomie, w tym remobilizacja transpozonów.

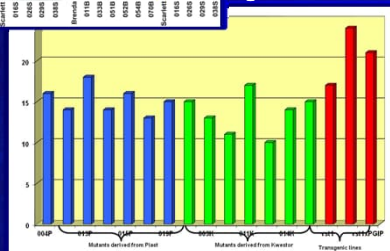


Zróżnicowanie genetyczne transgenicznych linii grochu.

U organizmów transgenicznych pojawiają się insercje i delecje sekwencji genomowych, ale mutacje takie obserwuje się również u mutantów i tradycyjnych odmian.



Zróżnicowanie genetyczne mutantów jęczmienia i grochu.



Polok et al. 2008; Polok & Zielinski 2011



GMO – skąd biorą się obawy?

1. GMO w Europie
2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.
3. Otrzymywanie GMO
 - Technologia
 - Precyzja
4. **Wykorzystanie GMO**
 - Medycyna
 - Przemysł
 - Rolnictwo
5. Zagrożenia związane z GMO
 - Zagrożenia środowiskowe
 - Zagrożenia zdrowotne
 - Zagrożenie ekonomiczne



4. Wykorzystanie GMO



© PA
Pomidor z dwoma genami wyżłinu kodującymi syntezę antocjanów jako lek wspomagający leczenie raka. (John Innes Institute, Norwich, 2008)



Kot z genem meduzy (świecenie) oraz genem FIV z makaków blokującym infekcję HIV. (Mayo Clinic, 2008)



„Glofish” - danio pęgowany z genem ukwiałów kodującym czerwono fluorescujące białko. (Hallerman, 2004)



4. Wykorzystanie GMO: medycyna

Około 250 leków i szczepionek jest produkowanych przy pomocy GMO a dalsze 100 jest w fazie testów.

GMO jest wykorzystywane w:

- produkcji hormonów i innych związków (protropina, erytropoetyna, ludzka SOD, antybiotyki);
- produkcji przeciwciał (nowotwory, AIDS);
- produkcji szczepionek (polio, hepatitis B);
- hodowli skóry, kości.

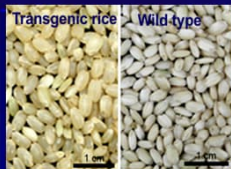


Artemisia annua

Geny odpowiedzialne za syntezę artemisininy, leku na malarię wprowadzono do tytoniu w celu obniżenia kosztów produkcji. Do tej pory lek otrzymywano z *A. annua*, ale jest to procedura mało wydajna.



Krowy rasy Holstein zmodyfikowano tak aby produkowały przeciwciała na ludzkie choroby zakaźne takie jak grypa, Ebola i Zika.



Ryż z genem ludzkiej albuminy, *OsrHSA* (He et al. 2011)

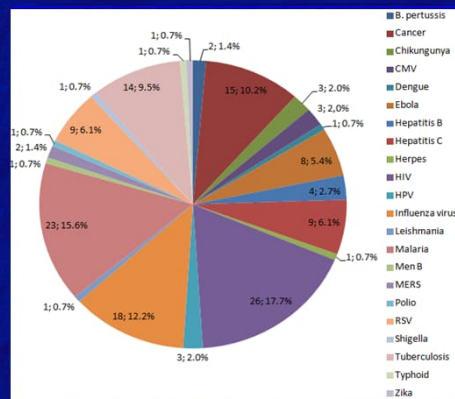


4. Wykorzystanie GMO: medycyna

W szczepionkach rekombinowanych GMO jest wykorzystywane do produkcji antygenów.

Szczepionki zawierające GMO

- W badaniach klinicznych tylko 5% stanowią szczepionki zawierające GMO.
- IMOJEV: szczepionka przeciwko japońskiemu zapaleniu mózgu, zawiera wirusa YFV z genem otoczki z wirusa JE.
- Dengvaxia: szczepionka przeciwko dengi, zawiera wirusa YFV z genami strukturalnymi wirusa dengi.
- Fluenz Tetra: szczepionka przeciwko grypie zawiera zmodyfikowane wirusy grypy A i B pochodzące z czterech szczepów.



Udział chorób w badaniach klinicznych, w których badano skuteczność szczepionek zawierających GMO w Europie w latach 2004-2010.

Szczepionki zawierające zmodyfikowane genetycznie patogeny należą do GMO i podlegają regulacjom dyrektywy 2001/18/EC.

Kauffmann et al., 2019

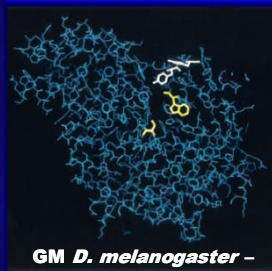


4. Wykorzystanie GMO: przemysł

GMO lub produkty pochodzące z GMO wykorzystuje się w produkcji kosmetyków, alkoholi, nowoczesnych materiałów.



GM szczepy drożdży ML01, ECMo01 – USA, Kanada (Fermentacja, degradacja mocznika).



GM *D. melanogaster* – Białko *Dm-AChE* jako biosensor wykrywający pestycydy.
(Campas et al. 2009)



GM len wytwarza polyhydroxybutyrate (PHB), biodegradowalny „plastik”.
(Wróbel et al. 2003)

Produkty wytworzone z wykorzystaniem GMO na ogół nie są znakowane ze względu na śladowe ilości transgenicznego materiału (<0,9%).



4. Wykorzystanie GMO: rolnictwo

GM zwierzęta są produkowane w celu przyspieszenia wzrostu, zwiększenia odporności na choroby i podniesienia płodności.

- **Gen hormonu wzrostu:** szybszy wzrost u ryb, bydła, świni, owcy, królika.
- **Dodatkowe kopie genu kazeiny:** poprawa składu mleka u bydła.
- **Gen fytazy z bakterii:** niższy poziom fosforu w odchodach świni.
- **Geny przeciwciał myszy, geny otoczki wirusa owcy:** odporność na choroby u kur, bydła, świni, owcy, królika.
- **Geny receptora estrogenów:** zwiększona płodność u świni i owcy.



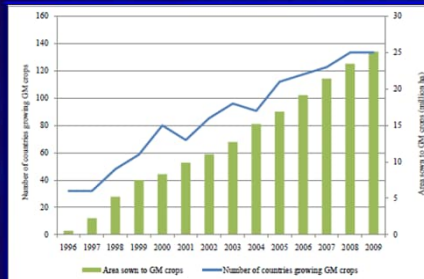
Zwierząt transgenicznych nie wprowadzono do obrotu handlowego.

(Cowan 2010; Gottlieb & Wheeler 2011)

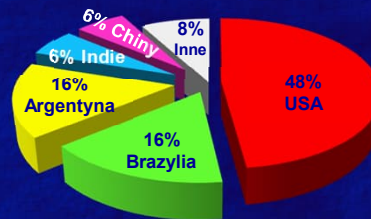


4. Wykorzystanie GMO: rolnictwo

Transgeniczne rośliny są uprawiane na 134 mln ha w 25 krajach. W latach 1996-2009 obszar uprawy wzrósł blisko 50 razy (2,8 mln ha w 1996 r.).



Wzrost światowej powierzchni upraw GMO w latach 1996-2009.
(James 1996-2009 after FCEC, EU 2010)



- Hiszpania: 75 000 ha
- Czechy: 5 000 ha
- Portugalia: 4 200 ha
- Słowacja: 900 ha
- Rumunia: 400 ha
- Polska: 300 ha

W Europie uprawiana jest tylko GM kukurydza. Obszar uprawy GMO to zaledwie 0,7% arealu światowego. Większość pól (87%) jest w Hiszpanii.

dane z 2007 r, FCEC, EU 2010)



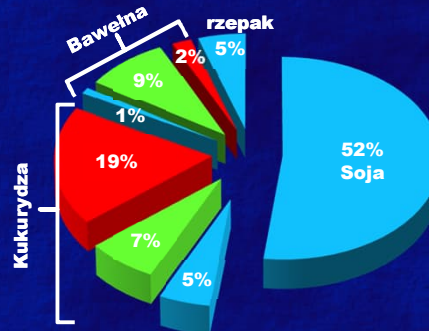
4. Wykorzystanie GMO: rolnictwo

12 gatunków roślin GMO jest uprawiane na świecie, największą powierzchnię zajmuje transgeniczna soja (52%) i kukurydza (31%).

Liczba pozwoleń na uprawę GMO w Europie (2018):

- HT/Bt - 11 pozwoleń:
9 - kukurydza, 2 - bawełna.
- HT - 12 pozwoleń:
3 - soja, 3 - kukurydza,
3 - rzepak, 2 - bawełna,
1 - burak cukrowy.
- Bt - 7 pozwoleń:
5 kukurydza, 2 bawełna.
- F (jakość) - 1 pozwolenie:
ziemniak pozbawiony amylazy.

Wszystkie obecnie uprawiane GMO to odmiany z wprowadzonymi genami tolerancji na pestycydy.



- 21% HT/Bt: tolerancja na herbicydy i insektycydy (czerwony).
- 62% HT: tolerancja na herbicydy (niebieski).
- 16% Bt: tolerancja na insektycydy (zielony).



4. Wykorzystanie GMO: rolnictwo

Transgeniczna soja i kukurydza wykorzystywane są do produkcji żywności i pasz w Europie.

Produkt		Całkowita produkcja [mln. ton]	Nieznakowane GMO	
			[mln. ton]	[%]
SOJA	Nasiona	1.50	1.17	78
	Olej	2.12	1.29	61
	Żywność	31.15	27.41	88
	RAZEM	34.77	29.87	86
KUKURYDZA	Nasiona	0.87	0.04	5
	Pasze	29.25	1.46	5
	Żywność	8.97	0.45	5
	RAZEM	39.09	1.95	5

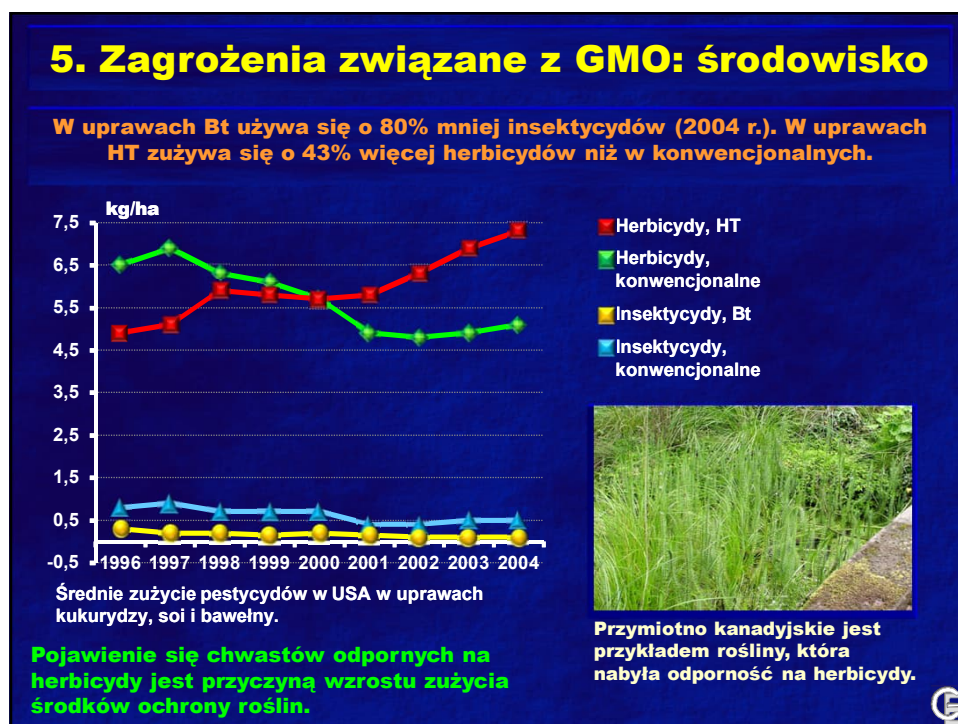
Większość produktów opartych o transgeniczną soję nie jest znakowana w Europie (<0.9%).



GMO – skąd biorą się obawy?

1. GMO w Europie
2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.
3. Otrzymywanie GMO
 - Technologia
 - Precyzja
4. Wykorzystanie GMO
 - Medycyna
 - Przemysł
 - Rolnictwo
5. Zagrożenia związane z GMO
 - Zagrożenia środowiskowe
 - Zagrożenia zdrowotne
 - Zagrożenie ekonomiczne





5. Zagrożenia związane z GMO: środowisko

Wpływ toksyn białkowych Cry wytwarzanych przez transgeniczne rośliny na inne organizmy nie jest jednoznaczny.

- Nie stwierdzono istotnego wpływu białek Cry1Ab na wzrost, rozwój i rozmnażanie dżdżownic.
 - Białka były jednak obecne w przewodzie pokarmowym.
- Wzrost i rozmnażanie *Caenorhabditis elegans* są zahamowane w obecności Cry1Ab w glebie.
 - Brak badań populacyjnych nicieni.
- Dane odnośnie wpływu uprawy odmian Bt na ryzofery są sprzeczne.
 - Obecność białek Cry wpływa na mikoryzę. Poziom kolonizacji jest niższy.
- Nie stwierdzono wpływu białek Cry na aktywność enzymów.
 - Skład chemiczny odmian Bt różnił się względem odmian konwencjonalnych (linie izogeniczne).



Gąsienice Diptera atakujące kukurydzę i bawełnę



Geny Cry *Bacillus thuringiensis* kodują toksynę białkową zabójczą dla owadów



Wpływ toksyn Cry zależy od warunków klimatycznych, glebowych i uprawy.

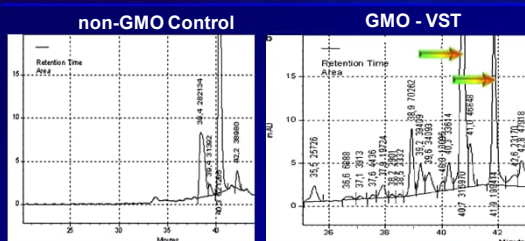
(Icoz & Stotzky 2008)



5. Zagrożenia związane z GMO: zdrowie

Wszystkie produkty na bazie GMO są testowane pod kątem alergenicności oraz obecności substancji potencjalnie szkodliwych dla człowieka.

- **ETAP1**
Testowanie zmodyfikowanej cechy, np. czy produkowane białko może wywołać alergię.
- **ETAP2**
Analiza ewentualnych zmian w metabolizmie rośliny GM (analiza składu chemicznego, testy na zwierzętach).



Profile HPLC grochu wykazują obecność resweratrolu u roślin transgenicznych z genem *Vst1*. (Richter et al. 2007)



EFSA wydaje opinie dotyczące ryzyka związanego z żywnością zgodnie z regulacją 178/2002.



GMO – skąd biorą się obawy? Podsumowanie

1. Społeczeństwa europejskie obawiają się wprowadzenia GMO do produkcji żywności.
2. Nieprecyzyjna definicja GMO pozwala manipulować opinią publiczną.
3. **GMO (GEO) – organizm otrzymany metodami inżynierii genetycznej, które są nieprecyzyjne i nie różnią się od metod tradycyjnej hodowli.**
 - Inżynieria genetyczna nie tworzy nowych genów, umożliwia jedynie rearanżację genów istniejących.
 - Genom człowieka jest w 96% podobny do szympansa, 50% do roślin i 30% do bakterii.
 - Horyzontalny transfer genów jest powszechny w przyrodzie.



GMO – skąd biorą się obawy? Podsumowanie

4. Produkcja substancji czynnych oraz żywności poprzez GMO może być opłacalna, ale większość GMO to rośliny odporne na herbicydy. Nie wszystkie produkty pochodzące od GMO są znakowane.
5. GMO jak dotąd nie spowodowały istotnych strat środowiskowych i nie wywołały zagrożeń zdrowia. Brakuje jednak badań populacyjnych i długoterminowych.
6. Firmy produkujące GMO naruszają prawa rolników do wysiewu wyprodukowanych nasion i dążą do wprowadzenia jednolitych odmian na znacznych obszarach.
7. Największym zagrożeniem związanym z GMO są zagrożenia ekonomiczne prowadzące do globalnego monopolu na produkcję żywności.



Zagadnienia 1-2

1. GMO w Europie

- Porównaj wsparcie dla GMO w Europie i w USA. Gdzie jest większa akceptacja dla żywności GMO?
- Jak zmieniło się wsparcie dla GMO w Europie w ciągu ostatnich 20 lat?
- Jak technologia GMO jest postrzegana w Europie?
- Jak regulowane jest wprowadzanie GMO do środowiska oraz wykorzystanie GMO do produkcji żywności?
- Czy każdy i bez ograniczeń może uprawiać rośliny modyfikowane genetycznie w Polsce i w Europie?
- Czy można handlować nasionami GMO w Polsce?
- Kiedy produkt zawierający GMO musi być znakowany?
- Czy Polska jest regionem wolnym od GMO?



2. Co to jest GMO? Problemy z definicją.

- Co oznacza skrót GMO?
- Czy pojęcie modyfikacji genetycznej jest precyzyjne? uzasadnij odpowiedź.
- Jak jest definiowane GMO przez Ministerstwo Środowiska? Czy definicja ta jest precyzyjna?
- Czy kukurydza, która powstała z formy Teosinte w drodze udomowienia jest GMO? uzasadnij odpowiedź.
- Czy współczesne odmiany pszenicy, które otrzymano przez mutagenезę indukowaną można określić mianem GMO?
- Czy mutant i organizm GMO oznacza to samo?



Zagadnienia 3

3. Otrzymywanie GMO: technologia

- Co oznacza skrót GEO?
- Czy GEO i GMO to to samo? Uzasadnij odpowiedź.
- Proszę zdefiniować pojęcie „inżynieria genetyczna”.
- Czy w wyniku inżynierii genetycznej powstają nowe geny? Uzasadnij odpowiedź.
- Co to jest organizm transgeniczny?
- Gen maliny wprowadzono do grochu i otrzymano 2 rośliny, u których stwierdzono obecność genu maliny. W wyniku samozapylenia rośliny 1, otrzymano 100 nasion, z których 75 miało gen maliny, a 25 nie. W wyniku samozapylenia rośliny 2 otrzymano 120 roślin, z których żadna nie miała genu maliny. Czy obie rośliny były transgeniczne? Uzasadnij odpowiedź.
- Wymień metody inżynierii genetycznej umożliwiające wprowadzenie obcego genu do roślin i zwierząt.
- Proszę wyjaśnić pojęcie transgen?
- Na polu rośnie obok siebie jęczmień i pszenica. Po zebraniu nasion jęczmienia okazało się, że 1% nasion zawiera gen charakterystyczny dla pszenicy. Czy te 1% roślin jęczmienia to rośliny transgeniczne?



Zagadnienia 4-5

4. Otrzymywanie GMO: precyzja

- Co może się stać z obcymi genami wprowadzonymi do organizmów transgenicznych po kilku pokoleniach?
- W ilu kopiach występuje transgen w organizmach transgenicznych?
- Czy transgen może mutować w komórkach gospodarza? Uzasadnij odpowiedź.
- Jaka jest częstość mutowania transgenu w porównaniu z genami gospodarza?
- Czy wprowadzenie transgenu wpływa na genom gospodarza? Uzasadnij odpowiedź.
- Która z metod w mniejszym stopniu wpływa na genom gospodarza: mutagenesa czy inżynieria genetyczna? Uzasadnij odpowiedź.
- Jaki element genomu może ulec modyfikacji pod wpływem transgenu?



5. Wykorzystanie GMO: medycyna

- Jakże związki/leki są najczęściej produkowane z wykorzystaniem GMO?
- Podaj przykłady szczepionek produkowanych przy pomocy GMO.
- Podaj przykłady organów/tkanek człowieka, w produkcji których są pomocne GMO.



Zagadnienia 6-7

6. Wykorzystanie GMO: przemysł

- Jakże produkty mogą powstać na bazie GMO?
- Czy kosmetyki powstałe na bazie GMO są znakowane? Uzasadnij odpowiedź.
- Czy organizmy GMO mogą być wykorzystane do produkcji „ekologicznego” plastiku?

7. Wykorzystanie GMO: rolnictwo

- Jakże są główne cele produkcji zwierząt GMO?
- Czy zwierzęta GMO są dostępne w obrocie handlowym?
- Jakże geny najczęściej wprowadza się do zwierząt GMO?
- Czy obszar upraw GMO na świecie wzrasta? Uzasadnij odpowiedź.
- Czy w Europie znajduje się dużo upraw GMO? Uzasadnij odpowiedź.
- Jaki gatunek GMO jest najczęściej uprawiany w Europie a jaki na świecie?
- Jaka cecha jest najczęściej wprowadzana do roślin GMO?
- Czy w Europie i w Polsce znajdują się produkty zawierające transgeniczną soję? uzasadnij odpowiedź.



Zagadnienie 8

8. Zagrożenia związane z GMO: środowisko

- Jakich obszarów dotyczą zagrożenia związane z GMO?
- Wymień główne zagrożenia środowiskowe związane z uprawą roślin GMO?
- Czy wprowadzenie do uprawy roślin GMO odpornych na pestycydy (środki ochrony roślin) zawsze wiąże się z zmniejszeniem ilości zużywanych pestycydów? Uzasadnij odpowiedź.
- Czy prawdziwe jest zdanie, że „ toksyny białkowe Cry z *B. thuringiensis* nie wpływają negatywnie na inne organizmy”? Uzasadnij odpowiedź.



9. Zagrożenia związane z GMO: zdrowie

- Scharakteryzuj etapy testów na alergenicność GMO.
- Jakie są główne ograniczenia badań nad skutkami spożycia GMO?

10. Zagrożenia związane z GMO: ekonomia

- W jaki sposób uprawa GMO ogranicza prawa rolników do wytworzonych nasion?
- W jaki sposób GMO może przyczynić się do monopolu na rynku żywności?




Centre for Evolution, Genomics and Biomathematics, e-Gene



polokkornelia@gmail.com

<https://www.matgen.pl>

**Centre for Evolution, Genomics
and Biomathematics, e-Gene**



prof.romanzieliński@gmail.com

<https://www.matgen.pl>