

8 Żywność genetycznie zmodyfikowana

125. Co to jest żywność genetycznie zmodyfikowana (w skrócie żywność GM)?

Żywność GM jest wyprodukowana z roślin lub zwierząt (bądź za ich pomocą), które zostały wcześniej ulepszone za pomocą technik inżynierii genetycznej. Są to artykuły spożywcze zawierające produkty modyfikacji genetycznej:

- żywność będąca GMO (np. świeże pomidory i ziemniaki),
- żywność zawierająca przetworzone GMO (np. koncentraty zup z pomidorów, frytki mrożone)
- żywność zawierająca przetworzone GMO (np. czekolada zawierająca lecytynę z transgenicznej soi)
- żywność produkowana z zastosowaniem GMO (np. chleb pieczony z wykorzystaniem transgenicznych drożdży, piwo i inne produkty fermentacji alkoholowej produkowane z zastosowaniem drożdży transgenicznych)
- produkty żywnościowe pochodne GMO, lecz nie zawierające żadnych komponentów transgenicznych (np. olej rzepakowy otrzymywany z transgenicznego rzepaku, cukier z transgenicznych buraków).

W Stanach Zjednoczonych zatwierdzono stosowanie nazwy żywność bioinżynierowana (ang. *bioengineered food*, BE), która zawiera materiał genetyczny zmodyfikowany za pomocą technik rekombinacji kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA) *in vitro*, czyli roślin transgenicznych w tradycyjnym rozumieniu, jak również tych, których modyfikacji nie można uzyskać w drodze konwencjonalnej hodowli lub znaleźć w naturze.

126. Czy żywność zawierająca genetycznie zmodyfikowane organizmy jest bezpieczna?

Ludzie oczekują, aby ich pożywienie było jak najbardziej naturalne, natomiast większość żywności i napojów jest wytwarzana lub przetwarzana w skomplikowany sposób. W potocznym odczuciu im produkt jest bardziej naturalny, tym jest lepszy i bezpieczniejszy dla konsumenta. Dlatego techniki inżynierii genetycznej, które wydają się społeczeństwu wysoce nienaturalne oceniane są jako bardzo niebezpieczne. Jednak ocena tego co naturalne może w zasadniczy sposób różnić się w definicji naukowca i osoby postronnej. Wprowadzenie genu (lub genetycznej modyfikacji) w odniesieniu do produkcji żywności może być uznane za proces sztuczny, ale w opinii specjalisty może to być naśladowanie przyrody. Prawie cała konsumowana przez nas obecnie żywność powstaje w wyniku przeprowadzania wielu krzyżówek, selekcji i hybrydyzacji roślin, obróbki mikroorganizmami i szeregu innych procesów rozwijanych przez stulecia. Są to również techniki, które potencjalnie nie mogą być zakwalifikowane jako nienaturalne. Techniki inżynierii genetycznej, podobnie jak konwencjonalna genetyka stosowana w uprawie czy hodowli, polegają na wprowadzeniu nowego materiału genetycznego do genomu danego układu biologicznego. Podstawowa różnica polega na stworzeniu możliwości wymiany materiału genetycznego pomiędzy gatunkami, co nie było wcześniej możliwe.

Zgłaszane są obawy dotyczące konsumpcji artykułów spożywczych zawierających materiał biologiczny, modyfikowany genetycznie. Prawie cała nasza żywność (obojętnie jakiego pochodzenia) zawiera DNA i białka, które są trawione, a w konsekwencji nie są wbudowane do naszego materiału genetycznego. Jeżeli jednak DNA nie zostałby strawiony, to geny pochodzenia bakteryjnego – występujące w naszej żywności – na przykład geny oporności na działanie antybiotyków, stosowane jako specyficzne znaczniki (markery) genetyczne, mogłyby spowodować taką oporność u bakterii systemu pokarmowego. Mogłyby wówczas wystąpić związane z tym zagrożenia, na przykład zwiększona podatność na alergię. Jednak oporność na antybiotyki jest cechą charakterystyczną dla wielu bakterii występujących w żywności, a regularnie spożywanych przez ludzi. Równocześnie marker oporności na antybiotyki stosowany w pracach badawczych nad żywnością może być usunięty z produktów żywnościowych w odpowiedniej fazie prac genetycznych. Od 1998 r. nie

stosuje się markerów antybiotykowych przy modyfikacji genetycznej roślin. Warto dodać, że żywność GM jest najsurowiej testowana i badana.

Żywność wytworzona z upraw biotechnologicznych, dostępna na rynku od lat, jest tak samo bezpieczna jak żywność z tradycyjnych upraw. Rygorystyczne testy przeprowadza się na wszystkich uprawach biotechnologicznych, zanim jeszcze zostaną wprowadzone na rynek. Jeśli zostały zatwierdzone do komercjalizacji, udowodniono, że są bezpieczne do spożycia.

Żywność i produkty wytworzone z roślin biotechnologicznych przechodzą testy bezpieczeństwa prowadzone w instytucjach, które je opracowują. Następnie dane są zwykle przeglądane przez agencje uprawnione do zatwierdzania ich do uprawy lub komercjalizacji. Również sama żywność i produkty są rygorystycznie testowane w niezależnych badaniach, a wyniki publikowane w recenzowanych czasopismach, aby zachęcić do dodatkowej analizy. Wszystkie produkty, które zostały dopuszczone do sprzedaży na rynku, przechodzą pełną ocenę bezpieczeństwa i zawartości przeprowadzaną przez organy regulacyjne. Proces ten jest porównywalny z ocenami bezpieczeństwa przeprowadzanymi dla leków.

Zgodnie z podstawową definicją produkt uznany za żywność nie może szkodzić konsumentom. Żywność GM jest w takim samym stopniu bezpieczna, co niebezpieczna jak każda inna żywność. Z całą pewnością jest ona starannie badana i testowana. W tym sensie można ją określić jako szczególnie bezpieczną. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (*European Food Safety Authority*, EFSA) ocenia bezpieczeństwo genetycznie modyfikowanych organizmów (GMO) przed dopuszczeniem w Unii Europejskiej jako żywność, pasze i/lub do uprawy. Badania dotyczą roślin GM, mikroorganizmów GM oraz zwierząt GM. Zalecenia EFSA obejmują ocenę ryzyka żywności i pasz otrzymanych z roślin genetycznie modyfikowanych. Prowadzona jest ocena ryzyka środowiskowego genetycznie zmodyfikowanych roślin wraz z oceną ryzyka obecności na niskim poziomie genetycznie zmodyfikowanego materiału roślinnego w przywożonej żywności i paszach. Określany jest poziom alergenicności.

W ramach dotychczasowych badań EFSA wskazała, że zagrożenia związane z żywnością uzyskaną z zastosowaniem cisgenezy i technik konwencjonalnych są bardzo podobne, natomiast w przypadku intragenezy i roślin transgenicznych mogą wiązać się z nowymi zagrożeniami. Niezamierzone i nieprzewidywalne efekty podlegają ocenie indywidualnej, ponieważ mogą dotyczyć zarówno roślin konwencjonalnych, jak

i transgenicznych. Niepożądane fenotypy są usuwane przez selekcję i badania w obydwu typach roślin.

Można również podsumować ten rozdział stwierdzeniem Bruca Amesa, autora testu Amesa do określania rakotwórczości substancji: „W jednej filiżance kawy znajduje się więcej substancji rakotwórczych niż w pozostałościach pestycydów, które konsumujemy w żywności przez cały rok. I jest tam też kolejny tysiąc innych związków, które dopiero należy zbadać. Ilustruje to nasze podwójne standardy: jeśli coś jest sztuczne, szalejemy z niepokoju, jeśli naturalne – po prostu ignorujemy zagrożenie”.

Stosowanie żywności i pasz genetycznie modyfikowanych reguluje Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r.³¹, zmienione przez Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1981/2006 z dnia 22 grudnia 2006 r. oraz Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 298/2008 z dnia 11 marca 2008 r., jak również sprostowanie (Dz.U. L 211, 11.8.2007, s. 40, 1829/03). Żywność genetycznie modyfikowana nie może wywierać szkodliwych skutków dla zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska naturalnego. Nie może również wprowadzać konsumenta w błąd i odbiegać od żywności przeznaczonej do zastąpienia w takim zakresie, że jej normalne spożycie nie powoduje niekorzystnych skutków odżywczych dla konsumentów. Wymaga odpowiednich zezwoleń i spełnienia określonych wymagań przed wprowadzeniem do obrotu GMO do użytku spożywczego lub żywności. Zezwolenia wymaga GMO oraz środki spożywcze zawierające lub składające się z tego GMO, a także środki spożywcze wyprodukowane z GMO lub zawierające składniki wyprodukowane z tego GMO bądź żywność wyprodukowana z GMO. Należą tu także środki spożywcze wyprodukowane z takiej żywności lub ją zawierające oraz składnik wyprodukowany z GMO i żywność zawierająca taki składnik.

127. Co rozumiemy pod pojęciem „nowej” żywności?

Kwestie dotyczące nowej żywności reguluje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie

³¹ Dz.U. L 268, 18.10.2003, p.1.

Komisji (WE) nr 1852/2001. Przepisy te nie dotyczą żywności genetycznie modyfikowanej, a wprowadzane zmiany związane są z postępowaniem naukowo-technologicznym.

Pojęcie nowa żywność oznacza żywność, której nie stosowano w znacznym stopniu w Unii Europejskiej do spożycia przez ludzi przed dniem 15 maja 1997 r., niezależnie od daty przystąpienia państwa członkowskiego do Unii. Pojęcie nowej żywności zostało rozszerzone o całe owady i ich części. Należą tutaj również kategorie żywności o nowej lub celowo zmodyfikowanej strukturze molekularnej oraz żywności uzyskanej z kultury komórkowej lub tkankowej pochodzącej od zwierząt, roślin, drobnoustrojów, grzybów bądź wodorostów, produkowanej z drobnoustrojów, grzybów lub wodorostów oraz uzyskanej z materiałów pochodzenia mineralnego. Bierze się tu pod uwagę także żywność produkowaną z roślin drogą nietradycyjnych metod rozmnażania, jeżeli metody te powodują znaczące zmiany w składzie lub strukturze żywności i mają wpływ na jej wartość odżywczą, metabolizm lub na poziom niepożądanych substancji. Do nowej żywności zaliczyć należy ponadto żywność składającą się z pewnych miceli lub liposomów czy nanomateriałów. Przyjęto również, że żywność pochodząca od klonów zwierząt powinna być traktowana jako żywność pochodząca od zwierząt uzyskanych drogą nietradycyjnych metod hodowlanych oraz odpowiednio oznakowana dla konsumenta końcowego zgodnie z obowiązującymi przepisami Unii Europejskiej. Zwrócono uwagę na historię bezpiecznego stosowania tradycyjnej żywności z państw trzecich, ułatwiając wprowadzenie jej na rynek UE.

128. Czy spożywanie żywności genetycznie zmodyfikowanej wywołuje alergię?

Nie. Wszystkie produkty GMO są testowane przed wprowadzeniem na rynek. W przypadku stwierdzenia podobieństwa sekwencji nowego białka do znanych struktur alergenów lub toksyn – preparat jest wycofywany z dalszych prac. Żywność GM musi spełniać takie same warunki jak inne produkty spożywcze (wynika to z norm prawnych), podlega natomiast znacznie surowszej kontroli laboratoryjnej. W literaturze opisany jest przykład przeniesienia wartościowych białek z orzeszków ziemnych do soi. Po stwierdzeniu (przez porównanie sekwencji aminokwasowych w bankach danych) alergennego charakteru tych białek prace w laboratorium zostały zatrzymane, a zmodyfikowana soja nie została wprowadzona do upraw.

129. Na rynku amerykańskim znajduje się wiele produktów ulepszanych biotechnologicznie. Jakie warunki musi spełnić producent amerykański, by wprowadzić żywność genetycznie zmodyfikowaną na rynek?

Zanim żywność genetycznie zmodyfikowana trafi na amerykańskie półki sklepowe, producent musi odpowiedzieć na następujące pytania:

- Czy zmieniła się zawartość naturalnie występujących substancji toksycznych i alergennych?
- Czy zmieniła się zawartość istotnych składników odżywczych?
- Czy dokonane w produkcie zmiany mogą wpłynąć na przyswajanie produktu w przewodzie pokarmowym?
- Czy do produktu wprowadzono składnik, który wcześniej nie był stosowany w żywności?
- Jaki wpływ na środowisko miała roślina, z której wyprodukowano żywność?
- Czy udowodniono, że roślinę, z której wyprodukowano żywność, można bezpiecznie wykorzystać do produkcji żywności?

Po analizie odpowiedzi na te pytania odpowiednie władze USA wydają zezwolenie (lub odmawiają zgody) na wprowadzenie takiej żywności GM na rynek. Nic się nie dzieje bez precyzyjnej kontroli, nawet w Stanach Zjednoczonych.

130. Czy na rynku europejskim występuje żywność genetycznie zmodyfikowana?

Tak. Jest obecna, ponieważ wykorzystuje się pochodne i przetwory pochodzące z roślin genetycznie modyfikowanych. Żywność lub jej składniki pochodzą z roślin genetycznie modyfikowanych, które znajdują się na rynku europejskim zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1829/2003 z dnia 22 września 2003 r. lub zostały wcześniej dopuszczone na mocy dyrektywy 2001/18/WE do celów marketingowych, które obejmują zezwolenie na uprawę, żywność, paszę i przetwarzanie. Rejestr GMO zatwierdzonych do wprowadzenia do obrotu zgodnie z rozporządzeniem 1829/2003/WE (żywność i pasza zmodyfikowana genetycznie) jest dostępny we wspólnotowym rejestrze genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy³², a w przypadku dyrekty-

³² https://webgate.ec.europa.eu/dyna/gm_register/index_en.cfm

wy 2001/18/WE jest dostępny na stronie internetowej zarządzanej przez Wspólne Centrum Badawcze Komisji Europejskiej w imieniu Dyrekcji Generalnej ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności³³.

131. Czy jedno z białek transgenicznej odmiany kukurydzy *StarLink* zastosowane w żywności wywołuje alergię?

Nie. Warto jednak przy okazji przedstawić kulisy afery związanej z tą kukurydzą, jaka miała miejsce w 2000 r., i jej konsekwencje. Kukurydza *StarLink* została dopuszczona do obrotu w USA w 1998 r. z przeznaczeniem do wykorzystania w produkcji pasz oraz do zastosowania w przemyśle (lecz nie do produkcji żywności, ale na przykład do produkcji etanolu). 18 września 2000 r. na łamach „Washington Post” podano, że kukurydza *StarLink* została wykryta w produktach *taco shell* – jest to meksykański produkt żywnościowy z mąki kukurydzianej. Producent podjął decyzję o wycofaniu wszelkich rodzajów *taco shell* ze wszystkich supermarketów, a następnie właściciel kukurydzy odmiany *StarLink* w porozumieniu z odpowiednimi agendami rządowymi w USA zdecydował o wykupieniu wszystkich zapasów ziarna kukurydzy *StarLink* znajdującej się w obrocie. W jaki sposób kukurydza, która nie została dopuszczona do produkcji żywności, jednak znalazła się w produktach żywnościowych? Nieoficjalnie mówi się, że jeden z farmerów zajmujących się produkcją paszowej kukurydzy odmiany *StarLink* sprzedał swój plon jako kukurydżę do produkcji żywności.

W tym samym czasie właściciel odmiany *StarLink* zlecił wykonanie dodatkowych badań pod kątem wywoływania przez zmodyfikowane białko efektów alergicznych u ludzi. Dlaczego? Bowiem do lekarzy zgłosiło się kilkaset osób, które stwierdziły występowanie alergii, rzekomo na skutek spożywania produktów *taco shell*. Przebadano bardzo dokładnie te osoby i stwierdzono, że alergia została wywołana innymi czynnikami. Potwierdziły to również badania przeprowadzone przez agencje rządowe. Okazało się, że ryzyko wystąpienia reakcji alergicznych jest krańcowo niskie z powodu nieistotnej roli zmodyfikowanego białka w łańcuchu pokarmowym człowieka.

Właściciel odmiany *StarLink* podjął zatem decyzję o złożeniu wniosku o ponowną rejestrację tej kukurydzy, tym razem zarówno na cele paszowe, jak i żywnościowe. Wniosek został odrzucony, a uprawy wy-

³³ <https://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/>

cofane. Problematyczne było ponadto rejestrowane zanieczyszczenie pyłkiem kukurydzy *StartLink* innych upraw.

132. Czy na rynku europejskim żywność GM ma lub będzie miała znaczenie ekonomiczne?

Żywność GM w krajach europejskich bezpośrednio nie jest używana ze względu na nastawienie Europy przeciw GMO. Nie można tego jednak powiedzieć o stosowaniu dodatków do żywności czy produkcji żywności opartej na GMO. Olbrzymi rynek związany jest z wykorzystaniem GMO w przemyśle rolno-spożywczym jako składnik artykułów żywnościowych oraz jako pasze. Dużą rolę w tym przemyśle odgrywają również produkty konsumpcyjne otrzymywane z roślin i organizmów GM (np. oleje, dodatki takie jak lecytyna, drożdże czy bakterie stosowane w przetwórstwie).

133. Jakie produkty mogą zawierać GMO?

Różne. Począwszy od chleba, a skończywszy na przecierze pomidorowym i czekoladzie – wszystkie, które zawierają zmodyfikowane genetycznie rośliny lub ich pochodne, na przykład kielbasa, czekolada czy też żywność wegetariańska.

134. Czy w Polsce można kupić żywność genetycznie zmodyfikowaną?

Tak. Na półkach sklepowych dostępne są produkty, które zawierają genetycznie zmodyfikowaną soję czy kukurydzę. Zaliczane są tutaj również produkty pochodne lub otrzymywane z soi lub kukurydzy (np. lecytyna, oleje), które zostały dopuszczone do obrotu w Unii Europejskiej. Produkty te podlegają znakowaniu informującym, że zawierają GMO lub zostały wyprodukowane z użyciem GMO. Należy jednak pamiętać, że limit znakowania w Unii Europejskiej dla produktów zawierających, składających się lub wyprodukowanych z GMO wynosi 0,9%, co pozwala na uwzględnienie przypadkowej, niezamierzonej domieszki GMO powstałej w wyniku na przykład procesu technologicznego. Nad zapewnieniem prawidłowości oznaczeń żywności sprawuje kontrolę Główny Inspektorat Sanitarny.

135. Dlaczego powinno się znakować żywność genetycznie zmodyfikowaną?

Istnieje kilka powodów, dla których producenci żywności genetycznie zmodyfikowanej powinni ją znakować. Przede wszystkim konsument ma prawo do uczciwej informacji handlowej. Znakowanie takiej żywności byłoby przydatne dla kilku kategorii konsumentów:

- przeciwników jakichkolwiek genetycznych modyfikacji
- wegetarian, którzy mogliby nie chcieć spożywać żywności zawierającej geny zwierzęce lub jej pochodne
- osób uczulonych na pewne substancje
- zwolenników określonych produktów wytworzonych z zastosowaniem inżynierii genetycznej.

Amerykańska Agencja Żywności i Leków (*U.S. Food and Drug Administration*) reguluje przepisy związane z żywnością dla ludzi i zwierząt pochodzącą z roślin, w tym te, które zostały opracowane przy użyciu inżynierii genetycznej lub technik edycji genomu, powszechnie określane jako organizmy modyfikowane genetycznie GMO lub bioinżynierowane. Żywność bioinżynierowana zawiera wykrywalny materiał genetyczny, który został zmodyfikowany za pomocą technik laboratoryjnych i którego nie można wytworzyć w drodze konwencjonalnej hodowli ani znaleźć w naturze.

Cała żywność produkowana, przetwarzana, przechowywana, wysyłana lub sprzedawana w Stanach Zjednoczonych podlega tym samym normom bezpieczeństwa. W przeciwieństwie do podejścia europejskiego FDA koncentruje się na bezpieczeństwie i właściwościach odżywczych żywności, a nie na procesach, w których jest ona wytwarzana. To podejście jest poparte ponad 25-letnim doświadczeniem w tej dziedzinie, które pokazuje, że żywność z odmian roślin modyfikowanych genetycznie nie przedstawia innych ani większych obaw dotyczących bezpieczeństwa niż ich odpowiedniki nie poddane inżynierii genetycznej. W 2016 r. Kongres uchwalił *National Bioengineered (BE) Food Disclosure Standard Law*, nakazując Departamentowi Rolnictwa Stanów Zjednoczonych ds. marketingu rolniczego (USDA-AMS) ustanowienie krajowego obowiązkowego standardu ujawniania żywności poddanej bioinżynierii. Dla wybranych grup przedsiębiorców obowiązek został wprowadzony od 1 stycznia 2020 r., a wszystkie podmioty muszą wprowadzić opis do 31 grudnia 2021 r.

136. Jakie warunki należy spełnić, by wprowadzić żywność genetycznie zmodyfikowaną do obrotu lub rozpocząć jej produkcję?

Dopuszczenie żywności genetycznie modyfikowanej w Polsce reguluje unijne Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003, określające wymagania dotyczące przebiegu procesu autoryzacji dla określonego GMO w ramach Komisji Europejskiej. Wniosek o dopuszczenie do obrotu określonego GMO składany jest w Polsce do Głównego Inspektoratu Sanitarnego. W dokumentacji umieszcza się opis metodyki i wyniki badań potwierdzających, że wnioskowane GMO z przeznaczeniem do obrotu jako żywność nie wywiera szkodliwego wpływu na zdrowie ludzi, zwierząt lub środowisko naturalne. Wniosek jest następnie składany do Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), który przeprowadza ocenę naukową, analizę ryzyka dla środowiska oraz bezpieczeństwa dla zdrowia ludzi i zwierząt. Ocena obejmuje trzymiesięczne konsultacje, podczas których każdy kraj może zgłaszać uwagi i w przeciągu 6 miesięcy wydawana jest opinia. Przygotowany dokument bez danych poufnych zostaje udostępniony opinii publicznej i przez 30 dni od momentu publikacji można zgłaszać uwagi na stronie internetowej Komisji Europejskiej. Równoległe w ciągu 3 miesięcy Komisja Europejska przygotowuje projekt decyzji na wprowadzenie określonego GMO z przeznaczeniem na żywność i/lub pasze. Projekt podlega konsultacjom i głosowaniu na posiedzeniu Stałego Komitetu ds. Roślin, Zwierząt, Żywności i Pasz (*Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed*, SCPAFF). Do wydania pozytywnej (przyjęcia) lub negatywnej (odrzućenia) opinii Stałego Komitetu potrzeba tzw. większości kwalifikowanej (65% populacji Unii przy minimum 16 państwach członkowskich głosujących za przyjęciem aktu prawnego). Informacja o dopuszczeniu do obrotu określonej żywności czy paszy GMO jest publikowana w Unijnym Rejestrze Genetycznie Zmodyfikowanej Żywności i Paszy, zamieszczonym na stronie Komisji Europejskiej. Decyzje dopuszczające określoną modyfikację genetyczną do obrotu wydaje się wyłącznie na okres 10 lat. Po tym okresie przedsiębiorca musi złożyć kolejny wniosek o ponowną autoryzację. Przy odnawianiu takiej decyzji brane są pod uwagę nowe dane naukowe, które mogły pojawić się w trakcie obowiązywania decyzji. Decyzja przyjęta przez Komisję Europejską o wprowadzeniu do obrotu GMO z przeznaczeniem na żywność/pasze obowiązuje we wszystkich państwach członkowskich, w tym w Polsce.

137. Za pomocą jakich metod można w żywności zidentyfikować obecność genetycznie zmodyfikowanych organizmów?

Genetycznie modyfikowane organizmy lub ich składniki w żywności można wykrywać na poziomie białka lub materiału genetycznego – DNA. Wybór metody jest uzależniony od dostępności materiału do badań. W normie PN-EN ISO 24276:2007 przedstawiono wspólne elementy różnych norm dotyczących analiz organizmów zmodyfikowanych genetycznie, wymagania dotyczące kryteriów sprawności, walidacji i opisu metod, jak również sprawozdania z badań.

W analizach na poziomie białka wykorzystuje się specyficzne przeciwciała rozpoznające wprowadzone do GMO białko. Istotna jest odpowiednia konformacja wykrywanego białka po ekstrakcji oraz wykazanie specyficzności użytego przeciwciała. Najczęściej stosowanymi metodami przesiewowymi są metody typu przepływ boczny/pasek zanurzeniowy oraz jakościowe badania ELISA.

W przypadku wykrywania GMO na poziomie DNA prowadzi się identyfikację fragmentów DNA specyficznych dla danego gatunku jako kontrolę, w metodach przesiewowych często stosuje się jakościową metodę PCR, specyficzną dla promotora 35S wirusa CaMV (wirus mozaiki kalafiora), który często spotykany jest w produktach GMO. Wykrywa się ponadto specyficzne fragmenty wprowadzonych do organizmu konstrukcji genowych, które mogą występować u różnych GMO, jak również sekwencję DNA zawierającą miejsce połączenia DNA wstawki z genomem gospodarza, która jest specyficzna dla danej linii. To ostatnie podejście może służyć do oznaczeń ilościowych. W szczególnych przypadkach stosowane są również inne metody, na przykład chromatografia gazowa połączona ze spektroskopią masową (GC MS).

138. Czy „złoty ryż” jest bezpieczny?

Prace prowadzone przez japońskich naukowców oraz w ramach międzynarodowego programu naukowego finansowanego przez Unię Europejską pod nazwą „*Carotene plus*” dotyczyły znalezienia nowych możliwości wyżywienia ludzkości. Duży problem stanowi niedobór witaminy A oraz żelaza. W krajach zagrożonych występowaniem głodu, w których występuje niedobór witaminy A i żelaza, podstawowym składnikiem wyżywienia jest ryż. Dotyczy to prawie 2 mld ludzi. Ponieważ ryż nie zawiera łatwo bioprzyswajalnego żelaza ani witaminy A, zastosowano

rozwiązanie za pomocą inżynierii genetycznej, tzn. postanowiono przenieść geny odpowiedzialne za syntezę prowitaminy A oraz związków zdolnych do wiązania żelaza z takich organizmów, w których te procesy zachodzą samoistnie.

W przypadku żelaza dokonano tego w sposób następujący: białko o nazwie ferrytyna, które występuje we wszystkich organizmach (ale w minimalnych ilościach w ryżu), jest odpowiedzialne za gospodarkę żelazem. Białko to zdolne jest do wiązania nawet do 6000 tys. atomów żelaza dwuwartościowego (a zatem tego aktywnego biologicznie, uczestniczącego w procesie przenoszenia tlenu) w jednej cząsteczce białka. Gen ferrytyny został wyizolowany przez japońskich naukowców z liści soi. Za pomocą *Agrobacterium tumefaciens* gen ten został wprowadzony do genomu ryżu. Bakterie *Agrobacterium tumefaciens* charakteryzuje zdolność kolonizacji systemu genetycznego roślin. Transformowane rośliny zawierały od jednej do kilku kopii genu ferrytyny. Cecha ta była stabilna (czyli przekazywana na kolejne generacje ryżu), jak również ulegała ekspresji, a zatem biosyntetyzowane było białko – ferrytyna, odpowiedzialne za przyswajanie żelaza. Cechy te potwierdzono poprzez immunodetekcję (czyli wykrywanie produktu ekspresji przez przeciwciała) na żelu poliakrylamidowym, w którym dokonywano rozdzielania i wydzielenia produktów biosyntezy białka. Wykryto w ten sposób, że najwyższe stężenie ferrytyny jest w bielmie nasion. W doświadczeniach polowych stwierdzono, że nasiona transgenicznego ryżu zawierają co najmniej trzykrotnie wyższy poziom żelaza aniżeli klasyczne. Jest to ogromny sukces naukowców japońskich z grupy badawczej kierowanej przez prof. Goto.

Natomiast w przypadku witaminy A: Grupa europejskich uczonych pod kierunkiem profesorów Petera Beyera (z Uniwersytetu we Freiburgu, Niemcy) i Ingo Potrykusa (z Wyższej Szkoły Technicznej w Zurychu) we współpracy z międzynarodowym zespołem (Włochy, Francja, Anglia, Hiszpanii i Holandii) w ramach programu badawczego „*Carotene plus*” podjęła prace nad przeniesieniem trzech genów odpowiedzialnych za biosyntezę prowitaminy A (czyli beta-karotenu) z żonkila (dwóch) oraz jednego z bakterii. Badania były finansowane przez Komisję Europejską w ramach programu badawczego FAIR w latach 1994-1998. Beta-karoten jest w organizmie ludzkim przekształcany w witaminę A. Enzymy niezbędne do biosyntezy prowitaminy były dobrane w ten sposób, aby ich wbudowanie do genomu było proste, a jednocześnie gwarantowało sukces, czyli biosyntezę właściwego związku. Jednak ten

pozornie prosty problem jest bardziej złożony. Beta-karoten jest syntetyzowany w ryżu, ale w częściach zielonych, a nie w endospermie, czyli w nasionach. Problem polega przede wszystkim na tym, aby uzyskać biosyntezę tkankowo specyficzną. Możliwa też jest inna droga, czyli spowodowanie transportu beta-karotenu do pożądanego tkanki, w tym przypadku do endospermy. Wybrano takie promotory biosyntezy beta-karotenu, aby uzyskać ekspresję we właściwej tkance. Sprawa jest jednak jeszcze bardziej złożona, bowiem ryż mieli się przed konsumpcją dla usunięcia bogatej w tłuszcze zewnętrznej tkanki, która również stanowi przyczynę szybkiego jęłczenia ryżu. Zastosowana technologia umożliwiła uzyskanie transgenicznego ryżu, w którym biosynteza beta-karotenu następowała w wewnętrznej części endospermy. Elementem charakterystycznym takiego transgenicznego ryżu jest jego żółty kolor; dlatego potocznie określa się ten projekt badawczy jako „żółty ryż” (ang. *yellow rice*) (Hogan, 1999); często stosowana jest również nazwa „złoty ryż” (ang. *golden rice*). Sukces ten umożliwił otrzymanie ryżu, który może zapobiec śmierci wielu dzieci. Jest to wielkie osiągnięcie naukowe.

Prace europejskich uczonych były realizowane w pełnej zgodności z bardzo surowymi przepisami biobezpieczeństwa Unii Europejskiej. Zgodnie z tymi standardami wykonano prace polowe, w których potwierdzono, że ryż jest trwale transformowany genetycznie, a w transgenicznym roślinach zachodzi ekspresja beta-karotenu. Wykazano ponadto bezpieczeństwo stosowania ryżu (Oliva i in., 2020). Po wielu bataliach przeciwników GMO ryż został dopuszczony do stosowania jako żywność w Australii i Nowej Zelandii w 2017 r., w Kanadzie w 2018 r. W tym samym roku Amerykańska Agencja ds. Leków i Żywności wydała zgodę na stosowanie złotego ryżu jako żywności i paszy. W 2019 r. rozpoczęto jego pierwsze uprawy na Filipinach.

139. Kim jest Jeremy Rifkin?

Jeremy Rifkin – amerykański teoretyk ekonomii i społeczeństwa, pisarz, mówca, doradca polityczny i aktywista jest autorem 21 bestsellerowych książek o wpływie zmian naukowych i technologicznych na gospodarkę, siłę roboczą, społeczeństwo i środowisko. Jego książki zostały przetłumaczone na ponad 35 języków. Wiele tytułów stało się międzynarodowymi bestsellerami: *The green new deal* (2019), *The zero marginal cost*

society (2014), *The third industrial revolution* (2011), *The empathic civilization* (2010), *The European dream* (2004), *The hydrogen economy* (2002), *The age of access* (2000), *The biotech century* (1998) i *The end of work* (1995).

Jeremy Rifkin jako przeciwnik nowoczesnej biotechnologii utworzył Stowarzyszenie *Pure Food Campaign* (co należy rozumieć jako „Kampanię na Rzecz Zdrowej Żywności”), która stanowi agendę większej organizacji przeciwników biotechnologii pod nazwą „Fundacja Trendów Ekonomicznych” (*Foundation on Economic Trends*), z siedzibą w Waszyngtonie. Organizacja ta współpracuje z wieloma innymi stowarzyszeniami „zielonych” zarówno międzynarodowymi (np. *National Wildlife Federation*), znanymi także w Polsce, jak i bardzo ekstremistycznymi, lokalnymi ugrupowaniami. Jeremy Rifkin prowadził (i nadal działa na tym polu) aktywną kampanię skierowaną głównie przeciw różnym formom żywności otrzymywanej z zastosowaniem biotechnik i inżynierii genetycznej. Kampania ta odniosła dość znaczne sukcesy, ale na szczęście nie przyczyniła się do zaprzestania korzystania z osiągnięć biotechnologii.

Jeremy Rifkin jest także doradcą przywódców Unii Europejskiej od 2000 r. Angela Merkel zapoczątkowała rozwój inteligentnej zielonej gospodarki trzeciej rewolucji przemysłowej i przejście Niemiec na gospodarkę niskoemisyjną. Duży wpływ miała książka *Trzecia rewolucja przemysłowa* Rifkina. Przyjmuje się, że wpłynął on również na podejście Chin do polityki klimatycznej.

Jeremy Rifkin przyczynił się do podjęcia przez Unię Europejską długoterminowej strategii Europejskiego Zielonego Ładu związanego z osiągnięciem przez Unię do 2050 r. neutralności klimatycznej. Bardziej inteligentna Europa (ang. *Smarter Europe*) będzie osiągnana przez innowacje, cyfryzację, transformację gospodarczą oraz wsparcie dla małych i średnich przedsiębiorstw. Założono również, że Europa będzie bardziej przyjazna dla środowiska, bezemisyjna przez transformację sektora energetycznego, inwestycje w odnawialne źródła energii oraz w walkę ze zmianami klimatu.