

SŁAWOMIR SOWA, ANNA LINKIEWICZ, MAGDALENA ŻURAWSKA,  
KATARZYNA GRELEWSKA

*Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Radzików  
Zakład Biotechnologii i Cytogenetyki Roślin  
Laboratorium Kontroli GMO  
05-870 Błonie  
E-mail: s.sowa@ihar.edu.pl*

## MOŻLIWOŚCI ANALIZ GMO W ŚWIELE OBOWIĄZUJĄCEGO PRAWA ORAZ ROLA LABORATORIÓW REFERENCYJNYCH DS. GMO W POLSCE

### WPROWADZENIE

Wykorzystanie genetycznie zmodyfikowanych organizmów (GMO) w badaniach naukowych, przemyśle, produkcji żywności i pasz sukcesywnie zwiększa się od lat 70. ubiegłego wieku, kiedy to otrzymano pierwsze transgeniczne bakterie i lat 80., gdy przeprowadzono pierwsze doświadczenia z transgenicznymi roślinami i zwierzętami. W ciągu ostatnich 11 lat mamy na świecie do czynienia z uprawą roślin GMO na masową skalę. Uprawy te w 2006 r. zajmowały obszar 102 mln ha na świecie i 68 tys. ha w UE. Europejskie prawo gwarantuje konsumentowi możliwość wyboru i pełną przejrzystość

kwestii związanych z wykorzystaniem GMO. Kontrowersje w społeczeństwie europejskim wywołują szczególnie aspekty związane ze stosowaniem GMO w środowisku, dlatego Unia Europejska poświęciła wiele uwagi bezpieczeństwu stosowania GMO w środowisku oraz ocenie zagrożeń wynikających z użycia GMO w produkcji. Działania te objęły aspekty legislacyjne, ale także praktyczne np. polegające na finansowaniu i prowadzeniu programów badawczych. Oba te działania będą szerzej omówione. Konieczność analizowania GMO wynika z obowiązujących w UE przepisów prawnych.

### PRAWO REGULUJĄCE WYTWARZANIE I STOSOWANIE GMO

Regulacje prawne dotyczące GMO obowiązujące w Polsce mają swoje źródła zarówno w prawie międzynarodowym, europejskim, jak i polskim. Wśród międzynarodowych aktów należy wymienić podpisaną w 1992 r. Konwencję z Rio de Janeiro o bezpieczeństwie biologicznym oraz Protokół Kartageński utworzony w 2000 r., który powstał w ramach Konwencji o Różnorodności Biologicznej. W prawie europejskim znajdziemy rozporządzenia, które są stosowane bezpośrednio w każdym kraju członkowskim oraz dyrektywy, których postanowienia należy implementować do prawa krajowego.

Dyrektywa 90/219/WE w sprawie ograniczonego stosowania mikroorganizmów zmodyfikowanych genetycznie dotyczy działania polegającego na genetycznym modyfikowaniu mikroorganizmów, prowadzeniu kultur GM mikroorganizmów a także ich transporcie, niszczeniu, usuwaniu czy jakimkolwiek innym używaniu. W czasie zamkniętego użycia GMM stosuje się odpowiednie zabezpieczenia mające na celu ograniczenie ich kontaktu z ludźmi i środowiskiem naturalnym w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Każdy użytkownik GMM musi przeprowadzić ocenę ryzyka przed przystąpieniem do zamkniętego

użycia. Efektem oceny ryzyka jest zaklasyfikowanie planowanego działania do jednej z czterech klas ryzyka (znikomego, niskiego, umiarkowanego i wysokiego). Do każdej z klas ryzyka przypisany jest odpowiedni poziom zamknięcia określający stopień zabezpieczenia. Zabezpieczenia te określają wymagania, jakie muszą spełniać laboratoria wykonujące prace typu zamkniętego użycia.

Dyrektywa 2001/18/WE w sprawie zamierzonego uwalniania do środowiska organizmów zmodyfikowanych genetycznie, dotyczy nie tylko zamierzonego uwalniania GMO do środowiska w celach eksperymentalnych ale także wprowadzania produktów GM do obrotu. Działania zamierzonego uwolnienia GMO do środowiska w celach eksperymentalnych są konieczne aby badać GMO przed wprowadzeniem do obrotu. Badania takie pozwalają na właściwą ocenę ryzyka i powinny być przeprowadzone w różnych krajach UE ze względu na warunki środowiskowe, a także systemy produkcji rolnej. Wprowadzanie do obrotu GMO dotyczy odpłatnego lub bezpłatnego udostępniania go osobom trzecim. Dobrym przykładem może być materiał siewny odmian genetycznie zmodyfikowanych kukurydzy wpisanych do Wspólnego Katalogu roślin uprawnych. Państwa członkowskie nie mogą zabraniać, ograniczać lub hamować wprowadzania do obrotu tych GMO jako produktu i w produktach, które spełniają wymagania tej Dyrektywy, chyba że „pojawią się nowe informacje związane z bezpieczeństwem produktu”.

Rozporządzenie 1829/2003/WE w sprawie zmodyfikowanej genetycznie żywności i paszy reguluje kwestie związane z ich wykorzystywaniem i wprowadzaniem do obrotu. Genetycznie zmodyfikowana żywność nie może mieć szkodliwego wpływu na zdrowie ludzi, zwierząt, czy na środowisko, wprowadzać konsumentów w błąd, czy też odbiegać od jej niezamodyfikowanych odpowiedników w taki sposób, żeby jej spożycie powodowało by niekorzystne skutki dla konsumentów.

Rozporządzenie 1830/2003 dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie. Wszystkie produkty GM powinny być etykietowane, a ich obrót łatwy do śledzenia, czemu służy przypisanie każdemu GMO unikatowego ośmiocyfrowego identyfikatora. Monitorowanie produktów umożliwia ich wycofanie

z obrotu jeśli stwierdzi się jakikolwiek negatywny skutek dla środowiska czy zdrowia człowieka.

Rozporządzenie 1946/2003 w sprawie transgranicznego przemieszczania organizmów genetycznie zmodyfikowanych związane jest z implementacją postanowień Protokołu Kartageńskiego w sprawie Bezpieczeństwa Biologicznego. Zgodnie z protokołem ustanowiono wspólny system zgłoszeń oraz informacji w odniesieniu do transgranicznego przemieszczania LMO (żywych zmodyfikowanych organizmów). Ma to na celu zapewnienie odpowiedniego poziomu ochrony w odniesieniu do bezpiecznego przemieszczania, przekazywania oraz wykorzystywania LMO, które powodować by mogło szkodliwe skutki dla zachowania oraz zrównoważonego wykorzystania różnorodności biologicznej, oraz potencjalne zagrożenia dla zdrowia ludzkiego.

Podstawowym polskim aktem prawnym regulującym kwestie związane z wykorzystywaniem GMO w Polsce jest ustawa z dnia 22 czerwca 2001 r. o organizmach genetycznie zmodyfikowanych, która reguluje:

- zamknięte użycie organizmów genetycznie zmodyfikowanych;
- zamierzone uwalnianie GMO do środowiska, w celach innych niż wprowadzanie do obrotu;
- wprowadzanie do obrotu produktów GMO;
- wywóz za granicę i tranzyt produktów GMO;
- kompetencje organów administracji rządowej do spraw GMO.

Organem właściwym do spraw GMO zgodnie z ustawą o GMO jest minister właściwy do spraw środowiska. Minister ma do pomocy Komisję do spraw GMO, która jest organem opiniotwórczo-doradczym. W jej skład wchodzi przedstawiciele innych resortów (m.in. ministerstwa rolnictwa, zdrowia, nauki) oraz eksperci z różnych dziedzin, a także przedstawiciele przedsiębiorców i pozarządowych organizacji ekologicznych. Kontrolę nad przestrzeganiem przepisów ustawy sprawują także inspekcje, które zgodnie z planem działań lub na wniosek ministra kontrolują w Polsce działania związane z GMO. Są to: Państwowa Inspekcja Sanitarna, Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Inspekcja Ochrony Środowiska, Inspekcja Weterynaryjna, Inspekcja Handlowa, Państwowa Inspekcja Pracy, Organy administracji celnej, Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.

Rząd Polski ogłosił w kwietniu 2006 r. Ramowe Stanowisko Polski dotyczące organizmów zmodyfikowanych genetycznie. Stanowisko to dopuszcza działania zamkniętego użycia GMO oraz import żywności genetycznie zmodyfikowanej. Rząd Polski opowiada się jednak przeciwko wprowadzaniu do obrotu pasz genetycznie zmodyfikowanych, zamierzonemu uwolnieniu GMO do środowiska w celach eksperymentalnych, wprowadzaniu do obrotu produktów GMO zgodnie z Dyrektywą 2001/18/WE oraz wprowadzaniu do upraw genetycznie zmodyfikowanej kukurydzy, rzepaku, buraka cukrowego, ziemniaka i soi. Realizując postanowienia tego stanowiska wprowadzono w Polsce zakaz rejestracji odmian genetycznie zmodyfikowanych oraz zakaz wprowadzania do obrotu materiału siewnego odmian genetycznie zmodyfikowanych (nowelizacja ustawy o nasiennictwie z 27 kwietnia 2006). Wprowadzono również zakaz wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt pasz genetycznie zmodyfikowanych (Ustawa z dnia 2 lipca 2006 o paszach), przy czym przepis

ten będzie obowiązywał od sierpnia 2008 r. Zakazy te wprowadzają odstępstwa od Dyrektywy 2001/18/WE, co jest niezgodne z prawem unijnym. Poważny problem stanowi znalezienie niemodyfikowanych komponentów do produkcji pasz. Udział soi niemodyfikowanej w światowym handlu jest niewielki i wynosi 5-10 %, a obecna różnica ceny między śrutą sojową zmodyfikowaną genetycznie, a śrutą wyprodukowaną w systemie konwencjonalnym wynosi 32-40 USD/t (ok. 10%) w zależności od kraju pochodzenia.

Rada Ministrów przyjęła 13 lutego 2007 r. projekt nowej ustawy „Prawo o organizmach genetycznie zmodyfikowanych” która ma uregulować kwestie wykorzystywania GMO w Polsce. Ustawa przewiduje wprowadzenie zakazu prowadzenia upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych z wyjątkiem stref wskazanych do prowadzenia takich upraw. Kontrowersyjny zapis mówi, że rada gminy na terenie której dana strefa ma zostać utworzona lub Minister Środowiska będą mogli sprzeciwić się powstaniu takiej strefy.

#### HARMONIZACJA I STANDARYZACJA METOD ANALIZ GMO

Polskie, jak i unijne regulacje prawne wymagają analizowania GMO, nie tylko ze względu na wymogi znakowania produktów, ale również na konieczność śledzenia GMO po wprowadzeniu do obrotu. Ponieważ na świecie stosowanych jest wiele metod służących do detekcji i ilościowej oceny GMO, często wyniki takich analiz nie mogą być porównywane. W Europie za wprowadzenie jednolitych i zharmonizowanych metod analiz GMO odpowiedzialne jest powołane przez JRC (ang. Joint Research Center) Wspólnotowe Laboratorium Referencyjne (ang. Community Reference Laboratory – CRL). Podstawową rolą CRL jest walidacja procedur detekcji i ilościowego oznaczania genetycznie zmodyfikowanych organizmów, a także harmonizacja ich wprowadzania. Zanim jakiegokolwiek GMO zostanie dopuszczone na rynek UE, zaproponowana przez podmiot wprowadzający metoda jego oznaczania jest sprawdzana i walidowana przez CRL. Walidacja ta prowadzona jest wspólnie z ENGL (Europejską Siecią Laboratoriów GMO). Szczegółowe kryteria akceptacji metod i zasady jakie

musi spełniać każda metoda są określone na podstawie konsultacji i dyskusji prowadzonych w ramach ENGL – pan-Europejskiej sieci państwowych i regionalnych laboratoriów kontroli GMO.

W Rozporządzeniu Komisji nr 1981/2006/WE zostały wyznaczone krajowe laboratoria referencyjne wspomagające wspólnotowe laboratorium referencyjne w badaniu i uwierzytelnianiu metod wykrywania i identyfikacji GMO. W Polsce funkcje te pełnią:

– Instytut Biochemii i Biofizyki PAN, Laboratorium Analiz Modyfikacji Genetycznych Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN (GMO-IBB), Warszawa;

– Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin (IHAR); Laboratorium Kontroli Genetycznie Modyfikowanych Organizmów, Błonie;

– Instytut Zootechniki (National Feed Laboratory – NFL), Lublin;

– Państwowy Instytut Weterynaryjny, Puławy;

– Regionalne Laboratorium Badań Żywności Genetycznie Modyfikowanej (RLG), Inspekcja Sanitarna, Tarnobrzeg.

Od kiedy obowiązywać zaczęły w europejskim prawie dwie nowe regulacje dotyczące GMO – rozporządzenie 1829/2003/WE i 1830/2003/WE bardzo ważną rolę w harmonizacji metod odgrywa Instytut Materiałów Odniesienia i Pomiarów (IRMM) w Geel w Belgii, w którym opracowuje się certyfikowane materiały odniesienia do żywności i dodatków do pasz oraz Instytut Zdrowia i Ochrony Konsumentów (IHCP) w Isprze we Włoszech, zajmujący się między innymi zagadnieniami technicznymi dotyczącymi pobierania próbek, wykrywania i identyfikacji GMO. Te dwa instytuty nie prowadzą rutynowej urzędowej kontroli jakości żywności, ale współpracują ze sobą dążąc do celu, jakim jest stosowanie w całej Europie takich samych materiałów wzorcowych i metodologii badań. Te dwa instytuty ściśle współpracują z Europejskim Urzędem ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), który opracowuje oceny ryzyka w odniesieniu do wszystkich kwestii wiążących się z bezpieczeństwem żywności i pasz, jak też z ochroną zdrowia człowieka, warunków życia zwierząt i roślin.

Państwa Unii wspólnie wdrożyły naukowy mechanizm oceny bezpieczeństwa, który okazał się skuteczny w eliminowaniu zagrożeń w dziedzinie bezpieczeństwa i jakości żywności oraz w zapobieganiu tym zagrożeniom. Stosowane w UE metodologie wykrywania i tworzenia materiałów od-

nesienia w zakresie GMO poddano próbie, gdy w 2006 r. zatrzymano w Rotterdamie ładunek ryżu ze Stanów Zjednoczonych, w którym urzędnicy wykryli obecność niedozwolonej na rynku unijnym odmiany ryżu genetycznie modyfikowanego LL Rice 601. Laboratoria wszystkich krajów członkowskich sprawdzały transporty ryżu i swoje rynki przy użyciu metody zwalidowanej przez CRL i ENGL.

Równocześnie prowadzone są projekty badawcze finansowane przez UE, a mające na celu stworzenie instrumentów elektronicznych umożliwiających łatwą wymianę danych dotyczących GMO, stworzenie właściwych metod pobierania prób nasion i żywności. Przykładem jest program Kernel Lot Distribution Assessment (KeLDA) prowadzony przez ENGL, gdzie analizowano najwłaściwsze systemy pobierania prób na podstawie badań dystrybucji GMO w dużych transportach ziarna sojowego. Inne tematy dotyczą stworzenia i optymalizacji nowych metod detekcji GMO jak mikromacierze DNA i czipy białkowe, pozwalające na łatwe wykrywanie nieautoryzowanych GMO, czy wytworzenie zestawów plazmidów jako materiałów odniesienia stosowanych przy analizach GMO (pENGL, pJANUS). Aktualny wykaz zwalidowanych metod oraz stan walidacji zgłoszonych metod znajduje się na stronach <http://gmo-crl.jrc.it/>.

## PRÓBKOBRAJENIE

Wstępnym etapem analizy materiału roślinnego lub produktu żywnościowego na obecność organizmów transgenicznych jest pobieranie próbek. Z partii materiału w sposób losowy pobierana jest próba laboratoryjna. Jest ona homogenizowana i z niej wyodrębniane są próbki do analizy. Należy pamiętać,

że próby powinny być reprezentatywne dla większej partii materiału. Próby laboratoryjne muszą zawierać wystarczająco dużą ilość materiału, aby zapewnić odpowiednią czułość metody (limit detekcji) (PAOLETTI i współaut. 2006).

## METODY DETEKЦИИ GMO

Istnieje szereg metod oznaczania zawartości GMO w materiale roślinnym i produktach żywnościowych. Wykorzystują one techniki biologii molekularnej oparte na analizie kwasów nukleinowych, białek a także metody chemiczne i fizykochemiczne (Ryc. 1) (BONIFINI i współaut. 2001, TAVERNIERS 2005). W UE każdemu zarejestrowanemu GMO musi towarzyszyć wysoce spe-

cyficzna metoda jego oznaczania ilościowego (metoda PCR specyficzna dla zdarzenia transformacyjnego). Metody oparte na detekcji białek są natomiast częściej stosowane w Stanach Zjednoczonych, ze względu na brak konieczności wykonywania analiz ilościowych oraz ich niski koszt i prostotę wykonania analizy.

## METODY DETEKCJI GMO NA POZIOMIE DNA

Analizy próbek stwierdzające obecność modyfikacji genetycznych (GM) na poziomie DNA polegają na wykryciu specyficznych sekwencji DNA wprowadzonych metodami inżynierii genetycznej do organizmu biorcy. Metody te opierają się najczęściej na technice PCR, która poprzez powielenie określonych fragmentów DNA występujących w

GMO umożliwia ich wykrycie. W ostatnich latach rozwinęły się także metody typu „high throughput” jak techniki mikromacierzy DNA oparte na hybrydyzacji fragmentów badanego DNA do oligonukleotydowych sekwencji reprezentujących specyficzne modyfikacje genetyczne (NESVOLD i współaut. 2005).

## METODY OPARTE NA TECHNICIE PCR

Łańcuchowa reakcja polimeryzacji (PCR) polega na amplifikacji sekwencji DNA z użyciem pary starterów, z których każdy jest komplementarny do jednego z końców docelowej sekwencji. Technika PCR umożliwia wykrycie nawet śladowych ilości GM DNA w różnego rodzaju próbkach. Metody PCR stosowane do wykrywania GMO dzielą się na kilka kategorii w zależności od poziomu specyficzności testu: screening PCR, genowo specyficzny PCR, PCR specyficzny dla konstruktów oraz PCR specyficzny dla zdarzenia transformacyjnego.

Techniki konwencjonalnego PCR umożliwiają jedynie stwierdzenie obecności lub braku GM w badanej próbce, natomiast informacje o ilości GM w próbce pozwalają uzyskać metody ilościowego PCR.

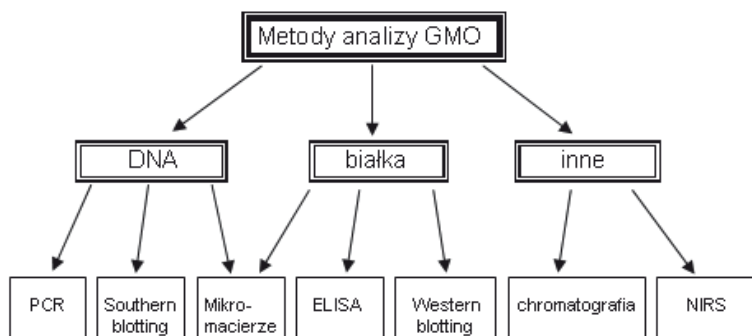
W ilościowej metodzie Real Time PCR (PCR w czasie rzeczywistym) stężenie amplifikowanego DNA jest monitorowane w każdym cyklu reakcji poprzez pomiar sygnału fluorescencji proporcjonalnej do ilości produktu w mieszaninie reakcyjnej. Dzięki

temu można uzyskać precyzyjną informację o wyjściowej ilości zmodyfikowanego DNA w badanej próbce. RealTime PCR to metoda o wysokiej czułości, specyficzności i powtarzalności, w której możliwość kontaminacji jest znacznie ograniczona. Może ona być w pełni zautomatyzowana. Natomiast PCR konwencjonalny jest metodą dużo tańszą lecz wymaga dodatkowych etapów analizy produktów reakcji (elektroforeza) i potwierdzenia wyników (Southern blot, analiza restrykcyjna, nested PCR i sekwencjonowanie DNA), a prawdopodobieństwo kontaminacji jest tu wyższe (LINKIEWICZ i współaut. 2006, TAVERNIERS 2005). Wykorzystując metody RealTime PCR do analizy ilościowej badamy liczbę kopii wprowadzonego DNA. Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej wyniki analiz ilościowych powinny być przedstawiane jako % kopii GM DNA w odniesieniu do liczby kopii genu referencyjnego (specyficznego dla gatunku) w przeliczeniu na genom haploidalny.

## METODY OPARTE NA TECHNICIE MIKROMACIERZY DNA

Metody te do wykrywania modyfikacji genetycznych w badanej próbce wykorzystują

techniki hybrydyzacyjne. W przypadku mikromacierzy, na stałym podłożu, którym naj-



Ryc. 1. Ogólna klasyfikacja metod detekcji GMO

częściej jest szklana płytka umieszczone są sondy (oligonukleotydowe fragmenty DNA) reprezentujące interesujące nas fragmenty genów, do których przyłączają się komplementarne, wyznakowane fragmenty DNA pochodzące z badanej próby. W jednym eksperymencie można przeanalizować wiele różnych elementów zmodyfikowanych genetycznie dla badanej próby. Jest to możliwe dzięki miniaturyzacji i zastosowaniu znaczników fluorescencyjnych (TAVERNIERS 2005, KISIEL i współaut. 2004).

Metody detekcji GMO na poziomie DNA mają szereg zalet: DNA jest stabilne, może być izolowane z różnych tkanek. Trzeba jednak pamiętać, że sposób izolacji DNA wpływa na jego czystość, a tym samym na efektywność metod. Podobny wpływ na jakość DNA ma przetworzenie materiału, z którego jest on izolowany. Im bardziej materiał jest przetworzony tym bardziej zdegradowany jest DNA (TAVERNIERS 2005).

#### METODY OPARTE NA DETEKCJI BIAŁEK

Obecność nowego genu w organizmie transgenicznym, wprowadzonego poprzez transformację prowadzi najczęściej do ekspresji nowego białka. Najszerzej stosowane testy wykrywające białka oparte są na metodzie ELISA (ang. enzyme linked immunosor-

bent assay), wykorzystującej specyficzną reakcję przeciwciała z antygenem. Należą do nich testy immunoenzymosorbcyjne wykorzystujące przeciwciała immobilizowane np. w plastikowych płytkach oraz paski z przepływem bocznym (LINKIEWICZ i współaut. 2006).

#### ZALETY I OGRANICZENIA METOD OPARTYCH NA DETEKCJI BIAŁEK

Testy ELISA są wysoce specyficzne. Umożliwiają one wykrywanie konkretnych białek, ale nie pozwalają na oznaczenie danego zdarzenia transformacyjnego. Mają ograniczone zastosowanie dla silnie przetworzonych produktów, ze względu na niską stabilność białek. Są również tańsze od metod opartych na analizie kwasów nukleinowych.

Wykrywanie specyficznych białek jest zależne od poziomu ich ekspresji. Niektóre białka mogą ulegać ekspresji tylko w określonych częściach rośliny lub na różnych etapach jej rozwoju. Należy również pamiętać, że istnieją rośliny transgeniczne, które nie produkują nowych białek, np. takie, u których przy wykorzystaniu strategii antysensowej została zablokowana produkcja jakiegś substancji.

#### ALTERNATYWNE METODY DETEKCJI GMO

Został również opracowany szereg innych metod, przy pomocy których możliwa jest analiza materiału pochodzenia roślinnego na obecność GMO. Chromatografia oleju pozwala wychwycić zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w roślinach transgenicznych.

Zmiany struktury włókien modyfikowanej soi mogą być zmierzone przy pomocy techniki spektroskopii w bliskiej podczerwieni (ang. near infrared spectroscopy, NIRS). Metody te nie są jednak powszechnie stosowane. (BONIFINI i współaut. 2001).

#### ZNAKOWANIE ŻYWNOŚCI I PASZ

Według Rozporządzenia 1829/2003/WE genetycznie zmodyfikowana żywność to żywność zawierająca GMO, składająca się z GMO lub wytworzona z GMO. Rozporządzenie to określa wymagania dotyczące znakowania nie tylko genetycznie zmodyfikowanej żywności, ale także środków żywienia zwierząt, czyli

pasz. Wszystkie genetycznie zmodyfikowane produkty żywnościowe muszą być oznakowane. Celem znakowania jest umożliwienie konsumentowi podejmowania świadomego wyboru. Podstawową zasadą przy ocenie produktów GMO jest koncepcja istotnej równoważności. Oznacza to, że organizmy stoso-

wane wcześniej jako bezpieczna żywność czy pasza są wykorzystywane do porównań podczas oceny bezpieczeństwa wykorzystywania w tych celach organizmów GM. W badaniach porównuje się właściwości rolnicze, właściwości morfologiczne a także skład chemiczny i profile molekularne. W procesie zatwierdzania żywności i pasz ważną rolę odgrywa Europejski Urząd Bezpieczeństwa Żywności (EFSA).

#### CO NALEŻY ZNAKOWAĆ

Rozporządzenie 1829/2003/WE nakłada obowiązek znakowania produktów zawierających GM, jak i produktów pochodzących lub wytworzonych przy pomocy GMO, takich jak olej, cukier, lecytyna. Znakować należy: żywność, składniki żywności, dodatki do żywności, paszę, dodatki do paszy i substancje smakowe. Produkty podlegają znakowaniu nawet jeśli nie zawierają DNA czy białka pochodzącego z GMO (np. olej sojowy).

Wymagania znakowania nie są stosowane do mleka, mięsa, jaj pochodzących od zwierząt karmionych paszami GM oraz serów, słodzików i wina produkowanych z wykorzystaniem enzymów otrzymanych z mikroorganizmów czy miodu z transgenicznych roślin.

Znakowaniu nie podlegają również te produkty, które zawierają mniej niż 0,9% GMO w odniesieniu do składnika, o ile obecność zmodyfikowanego DNA lub białka jest niezamierzona lub technicznie nieunikniona. Wszystkie dodatki pochodzące z jednego gatunku np. soi są sumowane i traktowane, jako jeden składnik. Produkt musi być oznakowa-

ny jeśli zawartość genetycznie zmodyfikowanej soi przekracza próg 0,9% w stosunku do całej soi znajdującej się w produkcie. Jeśli produkt zawiera kilka odmian genetycznie zmodyfikowanej soi, ich ilości są sumowane. Wprowadzając GMO do produktu w sposób zamierzony należy go oznakować nawet, gdy zawartość GMO jest mniejsza niż 0,9%. Składniki pasz, które potencjalnie mogą być wykorzystane jako żywność (np. soja) muszą w procesie zatwierdzania spełniać wymagania stawiane zarówno paszy jak i żywności, inaczej nie mogą być wprowadzone na rynek.

W przypadku materiału siewnego próg dopuszczalnej ilości GMO nie został jeszcze jednoznacznie ustalony. Odpowiednie rozwiązania są obecnie przedmiotem prac prowadzonych przez Komisję Europejską. W wielu krajach UE stosuje się umowny próg 0,1% także ze względu na analityczne możliwości ilościowego oznaczania GMO.

Wszystkie omawiane zasady znakowania stosuje się tylko do tych produktów GMO, które zostały zatwierdzone w UE, ponieważ tylko takie mogą znajdować się na rynku unijnym. Znakowanie produktów genetycznie zmodyfikowanych informuje wyłącznie o sposobie wytworzenia a nie o bezpieczeństwie, ponieważ wszystkie, dopuszczone GMO zostały szczegółowo przebadane i muszą być bezpieczne.

Na oznakowanych produktach umieszcza się następujące informacje: „Produkt zawiera organizmy genetycznie zmodyfikowane” lub „Produkt zawiera genetycznie zmodyfikowany [nazwa organizmu(ów)]”.

#### GDZIE SZUKAĆ INFORMACJI O PRODUKTACH GMO

Zgodnie z ustawą o GMO Minister środowiska jest zobowiązany do prowadzenia rejestrów: zamkniętego użycia GMO, zamierzonego uwolnienia GMO do środowiska w celach eksperymentalnych, wprowadzenia do obrotu, także wywozu za granicę i tranzytu przez terytorium Rzeczypospolitej Polskiej produktów GMO. Rejestry te są powszechnie dostępne na stronie <http://gmo.mos.gov.pl/>. Rejestr żywności i pasz dopuszczonych do obrotu w UE znaj-

duje się na stronach internetowych komisji europejskiej [http://www.ec.europa.eu/food/food/biotechnology/authorisation/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/food/food/biotechnology/authorisation/index_en.htm). Rejestr GMO uwolnionych do środowiska i dopuszczonych do obrotu znajduje się na stronach JRC <http://gmoinfo.jrc.it>. Wyczerpujące informacje na temat zmodyfikowanych roślin uprawnych wykorzystywanych w różnych krajach znajdują się na stronach: <http://www.agbios.com/database.php>

#### MONITOROWANIE

Obowiązek monitorowania produktów GMO po wprowadzeniu do obrotu dotyczy

wszystkich użytkowników GMO. W przypadku uzyskania informacji o niekorzyst-

nym oddziaływaniu danego GMO na zdrowie ludzi, zdrowie zwierząt czy środowisko, należy powiadomić ministerstwo środowiska. Dostępność zwalidowanych metod analizy GMO jest podstawą funkcjonowania inspekcji kontrolujących GMO w Polsce. Jednostki upoważnione do prowadzenia monitoringu GMO to: Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Główny Inspektorat Sanitarny, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska oraz Główny Inspektorat Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.

Corocznie sporządzane raporty dotyczą różnych aspektów monitorowania GMO. W 2006 r. Inspekcja Ochrony Środowiska przeprowadziła 5 kontroli w zakresie postępowania z organizmami genetycznie zmodyfikowanymi, które obejmowały sprawdzenie wymogów formalno-prawnych związanych z prowadzeniem działalności z GMO oraz kontrolę w zakresie gospodarki odpadami zawierającymi GMO. Kontrole nie wykazały żadnych nieprawidłowości, w zakresie wymogów formalno-prawnych związanych z prowadzeniem działalności z GMO. W zakresie gospodarki odpadami zawierającymi GMO stwierdzono dwie nieprawidłowości w wyniku czego wojewódzki inspektor wydał zarządzenie pokontrolne celem usunięcia stwierdzonych nieprawidłowości (GŁÓWNY INSPEKTOR OCHRONY ŚRODOWISKA 2007). Innym przykładem prowadzonych działań monitorujących GMO w Polsce są kontrole prowadzone przez Główny Inspektorat Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, który w 2006 r. przeprowadził kontrolę w zakresie wprowadzania do obrotu artykułów rolno-spożywczych, potencjalnie genetycznie zmodyfikowanych lub zawierających produkty GMO. Kontrola objęła 55 przedsiębiorstw prowadzących działalność w zakresie importu i dystrybucji surowców oraz wyrobów gotowych, producentów przetwarzających i konfekcjonujących surowce, i wyroby gotowe. W wyniku przeprowadzonej kontroli nie stwier-

dzono obecności GMO powyżej 0,9% w ani jednej analizowanej próbce, w przypadku 4 próbek stwierdzono obecność modyfikacji genetycznych poniżej 0,9% (GŁÓWNY INSPEKTORAT JAKOŚCI HANDLOWEJ ARTYKUŁÓW ROLNO-SPOŻYWCZYCH 2007).

W 2006 roku w trzech laboratoriach Głównego Inspektoratu Sanitarnego zbadało 571 próbek żywności w kierunku obecności organizmów genetycznie zmodyfikowanych. Przebadano: produkty sojowe, owoce i warzywa, przetwory mięsne i drobiowe, przetwory piekarnicze i ciastkarskie, koncentraty spożywcze, środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Ze względu na nieprawidłowe oznakowanie zakwestionowano tylko 7 próbek zawierających soję Roundup Ready, która jest dopuszczona w UE do produkcji żywności i paszy. W pięciu z nich zawartość genetycznie zmodyfikowanej soi w soi była większa niż dopuszczalny próg 0,9%. Soję Roundup Ready znaleziono w: mące sojowej (1 próbka), waflach o smaku kakaowym (1 próbka), szynce mielonej (1 próbka), kielbasie (2 próbki) oraz w dwóch próbkach izolatu białka sojowego, na których umieszczono informację „Non GMO”. Wśród 54 próbek przebadanych pod względem zawartości nie zatwierdzonego w UE ryżu LL RICE 601 znaleziono 3 pozytywne próbki. (GŁÓWNY INSPEKTORAT SANITARNY 2006)

Żywność i pasze genetycznie zmodyfikowane oraz uprawy roślin GM są rzeczywistością także naszego rynku (w UE można uprawiać odmiany kukurydzy MON 810 wpisane do Wspólnego katalogu). Bardzo ważne jest aby społeczeństwo miało prawo wyboru. Dotyczy to zarówno rolników, przetwórców jak i konsumentów którzy powinni móc wybierać pomiędzy różnymi systemami produkcji i produktami. Wiarygodne analizy GMO umożliwiają realizację tego prawa poprzez odpowiednie znakowanie.

## LAW REQUIREMENTS FOR GMO ANALYSIS AND THE ROLE OF GMO REFERENCE LABORATORIES IN POLAND

### Summary

Genetically modified organisms are commonly used for scientific and practical purposes. Genetically modified crops have been cultivated worldwide including EU (102 mln ha total in 2006). The use of GMO is regulated by the Directive 90/219 on

contained use, Directive 2001/2003 on deliberate release to the environment, Regulation 1829/2003 on genetically modified food and feed, Regulation 1830/2003 on traceability and labeling, and the Polish GMO Law act from 2001. The regulation on



food and feed implements a threshold of 0.9% GMO for product labeling. This threshold, however, can be applied to unintended or technically unavoidable GMO presence and corresponds to single ingredient only. Genetically modified organisms can be detected using DNA (PCR) or protein (ELISA) based methods. PCR screening for commonly used DNA fragments (35S promoter or *Nos* terminator) can be broadly applied, however the proper interpretation of the results requires good knowledge of different GMO constitution. Event specific is the most accurate PCR

method for GMO identification. Quantification of GMO in products is done using a RealTime PCR. All analytical methods developed for GMO identification and quantification have to be validated before GMO approval. Validation is performed by the Community Reference Laboratory (CRL) in collaboration with National Reference Laboratories. According to Polish GMO Law the Minister of Environment is responsible for GMO control in Poland that is performed by national competent authorities (eg. Sanitary Inspection, Veterinary Inspection, Seed Inspection).

## LITERATURA

- BONIFINI L., HEINZE P., KAY S., VAN DEN EEDE G., 2001. *Review of GMO detection and quantification techniques*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Food Products and Consumer Goods Unit.
- GLÓWNY INSPEKTORAT JAKOŚCI HANDLOWEJ ARTYKUŁÓW ROLNO-SPOŻYWCZYCH, 2007. *Informacja zbiorcza o wynikach kontroli w zakresie wprowadzania do obrotu artykułów rolno-spożywczych potencjalnie zawierających produkty GMO*. Dostępny na stronie [http://www.ijhars.gov.pl/download/070511\\_125421\\_3902\\_Informacja%20GMO-%202006%20z%20IVkw.pdf](http://www.ijhars.gov.pl/download/070511_125421_3902_Informacja%20GMO-%202006%20z%20IVkw.pdf)
- GLÓWNY INSPEKTORAT SANITARNY, 2006. *Stan sanitarny kraju w 2006*.
- GLÓWNY INSPEKTOR OCHRONY ŚRODOWISKA, 2007. *Informacja o realizacji zadań Inspekcji Ochrony Środowiska w 2006 roku*. Dostępny na stronie [http://www.bip.gios.gov.pl/dokumenty/realizacja\\_zadan\\_IOS2006.pdf](http://www.bip.gios.gov.pl/dokumenty/realizacja_zadan_IOS2006.pdf)
- KISIEL A., SKAPSKA A., MARKIEWICZ W. T., FIGLEROWICZ M., 2004. *Mikromacierze DNA*. *Kosmos* 53, 295-303.
- LINKIEWICZ A., WIŚNIEWSKA I., SOWA S., 2006. *Molekularne metody wykrywania i identyfikacji organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO)*. *Biotechnologia* 3, 44-52.
- NESVOLD H., KRISTOFFERSEN A. B., HOLST-JENSEN A., BERDAL K. G., 2005. *Design of a DNA chip for detection unknown genetically modified organisms (GMOs)*. *Bioinformatics* 21, 1917-1926.
- PAOLETTI C., HEISSEBERGER A., MAZZARA M., LARCHER S., GRAZIOLI E., CORBISIER P., HESS N., BERBEN G., LÜBECK, P., LOOSE M., MORAN G., HENRY C., BRERA C., FOLCH I., OVESNA J., EEDE G., 2006. *Kernel Lot Distribution Assessment – KeLDA – a study on the distribution of GMO in large soybean shipments*. *Eur. Food Res. Technol.* 224, 129-139
- TAVERNIERS I., 2005. *Development and implementation of strategies for GMO quantification in an evolving European context*. Universiteit Gent Faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen.