

Modyfikacje genetyczne w produkcji roślinnej i zwierzęcej

Cz. II. Transgeniczna soja jako model badania potencjalnej alergenności produktów spożywczych zmienionych genetycznie

Grzegorz Grzybowski

IGiHZ PAN w Jastrzębcu

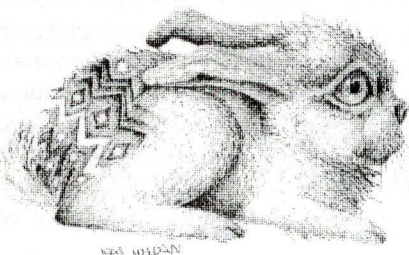
W dyskusji na temat metod wykorzystywanych do produkcji żywności analizowane są m.in. zagadnienia ochrony zdrowia publicznego w związku z wprowadzaniem na rynek produktów spożywczych zmienionych metodami inżynierii genetycznej. Dziedzina badań ukierunkowanych na nadawanie nowych właściwości roślinom uprawnym, poprzez wprowadzanie technikami inżynierii genetycznej obcego materiału genetycznego, określana jest mianem „zielonej” biotechnologii. Jej potencjał jest duży, szczególnie w USA i Kanadzie. Także w Europie Zachodniej zainteresowanie „zieloną” biotechnologią jest znaczne. W końcu 1998 roku istniało tu 1200 firm biotechnologicznych, lecz ich potencjał badawczy i produkcyjny nie był w pełni wykorzystywany. Obowiązywał bowiem nieformalny zakaz wprowadzania na rynek Unii Europejskiej nowych organizmów zmodyfikowanych genetycznie, co miało związek z restrykcjami administracyjnymi mającymi na celu zapobieżenie rozprzestrzeniania się choroby BSE (zakaz wprowadzania na rynek organizmów zmodyfikowanych genetycznie miał więc jedynie pośredni związek z rozwijaniem „zielonej” biotechnologii). W ostatnim czasie Parlament Europejski uchwalił nową dyrektywę w sprawie hodowli i sprzedaży organizmów zmodyfikowanych genetycznie, w której zawarto rygorystyczne zasady testowania i monitorowania bezpieczeństwa żywności transgenicznej.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie niektórych implikacji dla zdrowia ludzi (alergie pokarmowe) związanych

z wprowadzaniem na rynek produktów spożywczych zmienionych poprzez transgenezę. Powyższy problem przedstawiono na przykładzie transgenicznej soi, dla podkreślenia istnienia bezpośredniego związku między żywieniem zwierząt a bezpieczeństwem żywności przeznaczony dla ludzi.

Wartość odżywcza roślin strączkowych (w tym białka z ziarna soi) jest powszechnie znana. Białko soi określa się niekiedy jako „roślinną kazeinę”, dla podkreślenia jego wielkiej wartości pokarmowej, zbieżnej z kazeiną mleka. W Polsce nie uprawia się soi ze względu na niesprzyjające warunki klimatyczne. W niektórych regionach Europy Zachodniej istnieją sprzyjające warunki do uprawy soi, nie uprawia się jej jednak na masową skalę. Z punktu widzenia kosztów produkcji, dużą konkurencją dla soi jest rzepak. Śrutę rzepakową nie można jednak spasać zwierzętami zbyt intensywnie, ze względu na obecność substancji wolotwórczych. Takie ograniczenia ilościowe nie dotyczą soi. Poza faktem, że jest ona droższa od rzepaku, posiada same zalety. Należy podkreślić, że zawartość białka w śrucie ziarna sojowego wynosi około 45%, co przewyższa o co najmniej 10% ilość białka obecne-go w śrucie rzepakowej. Wśród roślin uprawnych soja (*Glycine max*) zajmuje więc szczególnie ważne miejsce. Jej białko (ziarno) wykorzystuje się w szerokim zakresie w żywieniu człowieka, a jednocześnie soja jest niezwykle cenną, wysokobiałkową paszą dla zwierząt. Fakt ten może być podstawą ogólniejszej refleksji nad naturą tzw. bezpieczeństwa żywnościowego.

Soja jest przykładem istnienia dużych zbieżności (na co dzień mało uświadamianych) między dietą *Homo sapiens* a żywieniem różnych gatunków zwierząt. Zarówno zwierzęta mięsożerne (psy, koty, lisy, norki itd.), wszystkożerne (np. świnie), przeżuwacze oraz ptactwo domowe korzystają z tych samych źródeł pożywienia, w których człowiek czerpie pokarm. Niezależnie od tego, istnieje w naturze utrwalony łańcuch pokarmowy, w którym jedne gatunki służą jako pokarm dla innych. Człowiek, stojąc na końcu tego łańcucha, jest jednocześnie jego reżyserem, zwłaszcza w odniesieniu do zwierząt hodowlanych. Zagadnienie bezpieczeństwa żywności przeznaczonej dla człowieka ma więc ścisły związek z bezpieczeństwem technologii wykorzystywanych przy produkcji pasz oraz z jakością żywienia zwierząt. Symptomy kryzysu zaufania do „uprzemysłowionego” rolnictwa, obserwowane zwłaszcza w krajach Unii Europejskiej, nasiliły się po ujawnieniu zagrożeń sanitarnych związanych z niektórymi stosowanymi tam technologiami produkcji żywności. Wybuch tzw. afery dioksynowej (obecność rakotwórczych dioksyn w produktach żywnościowych), stosowanie osadów ściekowych jako komponentów pasz dla zwierząt, kryzys BSE wywołany skarmianiem bydłem mączki mięsno-kostnej wyprodukowanej z odpadów zwierzęcych oraz zwierząt padłych, powstawanie wa-



Zdrowych i pogodnych
Świąt Wielkanocnych
życzy

Redakcja

runków do rozpowszechniania oporności na antybiotyki wśród ludzkich patogenów w wyniku stosowania w żywieniu zwierząt antybiotykowych promotorów wzrostu – to niektóre z przykładów aktualnych zagrożeń sanitarnych mających swe źródło w uproszczonym podejściu do żywienia zwierząt. Wyrazem tego jest pokutujące niekiedy przekonanie, że coś jest całkowicie bezpieczne dla człowieka, ponieważ przeznaczone jest dla zwierząt. W tym kontekście należy rozpatrywać przypadek przeznaczoną dla zwierząt transgeniczną soi, którą poprzez inżynierię genetyczną (transgenezę) zmieniono genetycznie tak, że zawiera nowe białko (2S-albuminę).

Z punktu widzenia potrzeb dietetycznych człowieka, soja jest wręcz doskonałym produktem. Nawet gdy jest jedynym źródłem białka w pożywieniu, gwarantuje pełne pokrycie zapotrzebowania na niezbędne aminokwasy (także na metioninę), nawet noworodkom. Jedynie w odżywianiu wcześniaków białko sojowe musi być uzupełnione dodatkowymi komponentami. Zalety dietetyczno-zdrowotne białka soi polegają m.in. na: zapewnianiu zrównoważonej retencji azotu, sprzyjaniu rozwojowi dzieci oraz homeostazie organizmu w starszym wieku, minimalizowaniu ryzyka występowania chorób układu sercowo-naczyniowego, raka itd. Ponieważ uważa się, że białko soi jest mniej alergenne niż białka mleka, stosuje się je jako komponent odżywek dla dzieci, dodatek do przetworów mięsnych, w produktach piekarniczych (ciastkach) oraz jako składnik preparatów mlekozastępczych. Tylko nieliczna grupa ludzi hołdujących jednostronnemu sposobowi odżywiania soją (np. wegetarianie), musi baczyć na zrównoważenie diety, ponieważ w ich przypadku białko soi zawiera zbyt mało metioniny, aby pokryć zapotrzebowanie organizmu na ten ważny egzogenny aminokwas.

W przypadku wykorzystania ziarna sojowego w żywieniu zwierząt (co jest powszechnie stosowane w krajach o warunkach klimatyczno-glebowych sprzyjających uprawie tej rośliny, zwłaszcza w USA), białko soi nie wystarcza do pokrycia zapotrzebowania na aminokwasy zawierające siarkę (metionina i cysteina). W żywieniu zwierząt w grę wchodzi bowiem nie tylko tzw. bytowe zapotrzebowanie na białko, lecz również konieczność uwzględnienia w dawce pokarmowej zapotrzebowania produkcyjnego (np. na produkcję mleka u krów). Problem wzbogacenia soi w metioninę i cysteinę, znany w zootechnice i weterynarii od wielu lat, rozwiązała w USA firma Hi-Bred International. Pomyślnie sfinalizowała ona program badań, mający na celu przystosowanie soi poprzez transgenezę (zwiększenie zawartości aminokwasów bogatych w siarkę) do wymogów żywienia zwierząt w warunkach intensywnej produkcji. Idealnym „kandydatem” zapewniającym soi takie właściwości jest 2S-albumina – białko zapasowe obecne w brazylijskich orzechach (*Bertholletia excelsa*). Składa się ono w 18% z metioniny oraz w 8% z cysteiny, tzn. dwóch kluczowych aminokwasów bogatych w siarkę, pożądanym w żywieniu zwierząt (i bardzo potrzebnych w diecie człowieka). Informację o 2S-albuminie orzecha brazylijskiego wprowadzono nie tylko do genomu soi, lecz także do tytoniu, rzepaku (*Brassica napus*), rośliny strączkowej *Vicia narboensis* oraz fasoli (*Phaseolus vulgaris*).

Występowanie u ludzi alergii pokarmowej na różne orzechy jest dobrze udokumentowane. Orzech brazylijski nie jest w tym względzie wyjątkiem. Chociaż anafilaksję wywołującą spożyciem orzechów brazylijskich dobrze scharakteryzowano pod względem immunologicznym i klinicznym, poza faktem,

iż w grę wchodzi tu kompleks białkowy określony zbiorczym mianem 2S-albumina, nie określono dokładnie czynnika odpowiedzialnego za występowanie alergii. Uzyskanie transgenicznej soi z wbudowaną do genomu hybrydową konstrukcją genową pochodzącą z orzecha brazylijskiego stało się przesłanką do sprawdzenia, czy transgeniczna soja nie jest alergenna dla ludzi podobnie jak źródło (orzech), z którego pochodził transgen. Badania w tym kierunku przeprowadzono w 1996 roku. Stwierdzono, że ekstrakty białkowe transgenicznej soi silnie inhibowały wiązanie IgE (od pacjentów z alergią na orzech brazylijski) do białek tego orzecha. W teście na identyfikację alergenu (przeprowadzonym techniką immunoblotting) wykazano, że IgE obecne w surowicy krwi 8 pacjentów z alergią na orzech brazylijski wiązały oczyszczone preparaty 2S-albuminy pozyskane z orzechów brazylijskich, a także wiązały białka o podobnym ciężarze cząsteczkowym obecne tak w orzechach, jak i w transgenicznej soi (normalna soja nie zawiera tego białka). Wreszcie, w teście skórnym (skin-prick test) u pacjentów uczulonych na orzech brazylijski wykazano, że był on silnie dodatni w przypadku zastosowania ekstraktów z orzecha i z transgenicznej soi, natomiast wynik testu był negatywny w przypadku zastosowania ekstraktów z normalnej soi. Wykazano w ten sposób, że 2S-albumina z orzecha brazylijskiego (*Bertholletia excelsa*) oraz nowe białko wytwarzane przez transgeniczną soję, to jeden i ten sam alergen. Jest on klasyfikowany jako tzw. alergen główny i oznaczany symbolem *Ber e 1*.

Przypadek transgenicznej soi przeznaczonych dla zwierząt wykazującej właściwości alergenne dla ludzi dowodzi, że możliwe jest przeniesienie poprzez transgenezę alergenu do genomu rośliny uprawnej stanowiącej źródło pożywienia człowieka. Transgeniczna soja wydaje się być najprostszym przykładem sytuacji przenoszenia zagrożeń alergiami w związku z przenoszeniem transgenów technikami inżynierii genetycznej. Transgen niosący informację o 2S-albuminie pozyskano bowiem z genomu orzecha brazylijskiego, tzn. ze źródła jadalnego (znanego już wcześniej ze swych alergennych właściwości) i przeniesiono do genomu innego źródła jadalnego (soja). W takich przypadkach szybkie wykrycie i udokumentowanie niepożądanych właściwości rośliny transgenicznej jest stosunkowo proste. W większości dokonywanych dotychczas eksperymentów nad modyfikacją genomu roślin uprawnych (jadalnych), przenoszone transgeny pochodziły ze źródeł niejadalnych, a celem transgenezy było uzyskanie odmian odpornych na środki ochrony roślin, pestycydy, insekty itd. Charakterystyka, istota oraz implikacje tych eksperymentów zostaną przedstawione w następnym artykule.

Chociaż z naukowego punktu widzenia transgeniczna soja stanowi przykład dużych możliwości dokonywania zmian w genomie roślin oraz ulepszania ich właściwości niekonwencjonalnymi metodami, nie doszło do komercjalizacji tego artykułu. Dopuszczenie transgenicznej soi jako paszy dla zwierząt wiązało się z ryzykiem, iż jej alergenne białko dostałoby się na rynek produktów żywnościowych przeznaczonych dla ludzi. Przykład transgenicznej soi przeznaczonych dla zwierząt, lecz mogącej stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi, po raz pierwszy unaocnił legislatorom oraz społeczeństwu, że możliwe jest wystąpienie niezamierzonych efektów transgenezy i przy braku właściwej kontroli zaistnieć może niekorzystna relacja między transgenezą roślin a zdrowiem publicznym.