

Modyfikacje genetyczne w produkcji roślinnej i zwierzęcej

Cz. I. Występowanie i natura alergii żywieniowych

Grzegorz Grzybowski

IGiHZ PAN w Jastrzębcu

Dyskusja dotycząca artykułów żywnościowych poddawanych manipulacjom genetycznym jest elementem szerszych rozważań nad metodami produkcji tzw. zdrowej żywności. O aktualności tego tematu świadczy niedawno rozpisany konkurs na znak „polska dobra żywność”. Występują obecnie silne tendencje, zwłaszcza w krajach, gdzie występuje duża nadprodukcja żywności, aby po latach propagowania intensywnego rolnictwa, w którym dominowało nawożenie chemiczne, odbudować podstawy rolnictwa ekologicznego i różnorodności biologicznej, gdzie podstawą plonowania jest nawożenie organiczne. Problemy bezpieczeństwa żywnościowego dotyczą nie tylko ilości pożywienia, lecz także jego jakości oraz wielu innych dziedzin związanych z medycyną, produkcją roślinną i zwierzęcą oraz problemami tzw. zrównoważonego rozwoju. Jednym z aktualnych problemów w dziedzinie zdrowia publicznego jest szerzenie się alergii u ludzi, w tym nasilenie się różnego rodzaju alergii pokarmowych. Temat ten powraca (i to w sensie dosłownym) zwłaszcza wiosną wraz z rozpoczęciem wegetacji i obecnością w powietrzu tzw. inhalacyjnych alergenów, obecnych w pyłku roślin. Ogólnie przyjmuje się, że alergie są chorobami cywilizacyjnymi, a ich szerzenie się u ludzi ma m.in. związek z postępującą degradacją środowiska naturalnego oraz chemizacją rolnictwa. Jednak szczegółowe powody wzrostu częstotliwości przypadków alergii nie są znane. Najlepszym „lekiem” na alergie, jaki dotychczas wymyśliła medycyna, jest uniemożliwienie uczulonej osobie stykania się z alergenem. Ważne jest zatem, aby poprzez wprowadzanie do codziennego życia różnego rodzaju zdobyczy cywilizacyjnych nie rozpowszechniać w niezamierzony sposób alergenów. W ostatnim czasie prowadzona jest na świecie dyskusja, czy zastosowanie technik inżynierii genetycznej do modyfikowania genomu roślin uprawnych oraz genomu zwierząt hodowlanych niesie z sobą ryzyko rozpowszechniania alergii i czy aktualnie stosowane metody badań żywności są dostatecznie skuteczne.

Celem cyklu artykułów (z których niniejszy jest wprowadzeniem w to interdyscyplinarne zagadnienie) jest przedstawienie istoty genetycznych modyfikacji roślin i zwierząt, aktualnych kierunków i dokonań w zakresie transgenezy roślin uprawnych, omówienie sposobów diagnostyki alergii oraz przeanalizowanie aktualnych i postulowanych zabezpieczeń przed wprowadzeniem na rynek „gen-food”.

Techniki inżynierii genetycznej stwarzają możliwości pobrania informacji genetycznej (taki przenoszony konstrukt genowy nazywa się transgenem) z jednego organizmu, np. z bakterii czy wieloryba, i połączenia jej z informacją genetyczną (genomem) rośliny lub zwierzęcia. W konsekwencji, nowa informacja wprowadzona do genomu techniką laboratoryjną może być dziedziczona, dając początek linii organizmów nie występujących w naturze. Organizmy, w których genomie nastąpiło zintegrowanie obcego DNA (transgeny) określane są jako transgeniczne. Wraz z transgenem zmodyfikowane organizmy nabywają nową, pożądaną cechę (takie jest przynajmniej zamierzenie tej manipulacji). Jeśli wprowadzenie obcego DNA nie wpłynie na zdolność rozmnażania, transgen nie zostanie z genomu usunięty lub wyciszony (takie przypadki eliminacji transgeny są częste), podlega on ekspresji, tzn. daje znać o sobie w postaci ujawniania się danej cechy przekazywanej osobnikom potomnym.

Z istoty powyższych manipulacji wynika, że przemieszczanie genów dokonuje się tu poza naturalnymi mechanizmami doboru naturalnego. Liczne i skuteczne są tego rodzaju genetyczne modyfikacje zwłaszcza w produkcji roślinnej. Efektywność technik inżynierii genetycznej potęgowana jest, doskonale już opanowanymi w biotechnologii roślin, procedurami hodowli tkankowej (za kulturę tkankową uważa się utrzymywanie i rozmnażanie roślin w kontrolowanym jałowym środowisku, z małych części rośliny, nawet z pojedynczych komórek). Jeśli manipulacje genetyczne dotyczą genomu roślin uprawnych, z których produkuje się żywność lub pasze, taką kategorię żywności określa się mianem „gen-food”. Pierwszym artykułem spożywczym z tej kategorii, który wszedł na rynek artykułów żywnościowych przeznaczonych dla ludzi, były pomidory FLAVR SAVR™. Zostały one wytworzone w Kalifornii przez firmę Calgene i znalazły się na rynku artykułów spożywczych 21 maja 1994 roku. Datę tę firma Calgene uznaje za historyczną. Pomidory FLAVR SAVR™ są uznawane za wielki sukces biotechnologii. Skomercjalizowanie tego wytworu inżynierii genetycznej uważane jest za przełomowe wydarzenie i często przedstawia się je jako bezpośredni dowód na dużą przydatność „gen-food” na rynku produktów żywnościowych. W warunkach normalnej produkcji najlepsze walory smakowe mają pomidory dojrzewające w warunkach naturalnych (tzn. na krzakach), które osiągnęły maksymalne stadium dojrzałości (stadium to określane jest jako vine-ripened stage). Dojrzewanie pomidorów ma bezpośredni związek z metabolizmem pektyn. Jest to proces enzymatyczny, w którym główną rolę odgrywa enzym PG (polygalacturonase). Procesowi dojrzewania towarzyszy jednak mięknięcie owoców. Z punktu widzenia organizacji zbiorów, transportu w sieci dystrybucyjnej oraz oczekiwania na nabywców, mięknięcie owoców jest niepożądane. Chociaż są one bardzo smaczne, ich nieapetyczny wygląd (miękkie, z pomarszczoną skórka) odstręcza potencjalnych klientów. Ponadto miękkie owoce są bardzo podatne na uszkodzenia, a straty z tego powodu ponosi producent, dystrybutor oraz nabywcy. Istota genetycznej modyfikacji pomidorów FLAVR SAVR™ polega na osłabieniu ekspresji genu PG za pomocą antysensowego RNA (taka molekularna strategia nie była dotychczas stosowana do modyfikacji całego produktu żywnościowego). Gen dla PG, pochodzący z pomidorów „normalnych”, wprowadzony został do genomu modyfikowanych pomidorów, ale w antysensowej orientacji. Wykonano w sumie

50 prób transformowania. Pożądaný efekt modyfikacji genetycznej uzyskano dzięki wprowadzeniu do genomu antysensownego konstruktów genowych pCGN 1416 (T-DNA), powodującego powstawanie antysensownego RNA dla enzymu PG. Wykazano, że struktura T-DNA nie zmieniła się po wprowadzeniu do genomu pomidorów. Transgen został trwale zintegrowany w genomie, o czym świadczy mendelowska segregacja markera „kan”, obecnego w konstrukcie pCGN 1416. Najistotniejszy był jednak fakt obniżenia ekspresji genu PG. W związku z tym wystąpił pożądaný efekt spowolnienia rozpuszczania pektyn w dojrzałych pomidorach. Końcowym rezultatem opisanej manipulacji było to, że w pełni dojrzałe (a więc bardzo smaczne i apetycznie wyglądające) pomidory można dłużej przechowywać niż normalnie. Kramer i Redenbaugh, bezpośrednio związani z firmą, w której uzyskano pomidory FLAVR SAVR™, podają, że w porównaniu z normalnymi pomidorami, u transgenicznymi nie wystąpiły żadne różnice odnośnie przebiegu vegetacji, stopień wybarwienia owoców nie odbiegał od normy, zachowany był normalny poziom witaminy A i witaminy C itd. Transgeniczne pomidory charakteryzowały się ponadto zwiększoną odpornością na grzyby. Także przecier produkowany z tych owoców miał doskonały smak, a jego jakość (konsystencja, lepkość itd.) była istotnie podwyższona.

Początkowo pomidory FLAVR SAVR™ były dostępne w dwóch sklepach (w Chicago oraz w kalifornijskim Davis). Cytowani autorzy podają, że tylko w ciągu pierwszych trzech dni podaży (a więc 21-23 maja 1994 r.), w każdym ze sklepów sprzedano ich ponad 3000 funtów. Zainteresowanie klientów było tak olbrzymie, że wprowadzono racjonowaną sprzedaż, aby obdzielić jak największą liczbę chętnych. Z powyższych informacji można wnosić, że transgeniczne pomidory FLAVR SAVR™, będące tak ogromną atrakcją, przyniosły firmie znaczne zyski finansowe. Tymczasem Brower podaje, że już w 1995 roku firma Calgene odnotowała 10 milionów dolarów strat, a w 1996 roku wzrosły one do 17 milionów dolarów. Zostało to spowodowane słabym plonowaniem pomidorów FLAVR SAVR™ i transgenicznymi truskawkami, tzn. jednego z trzech filarów (dwa pozostałe to rośliny oleiste i bawełna) będących podstawą działalności firmy. W reakcji na olbrzymie straty firma Calgene dokonała ostrych cięć w wydatkach ogólnych, a także w wydatkach na programy badawcze. Jednak bardzo osłabiona finansowo (ale jednak posiadająca już wcześniej uzyskane, istotne w USA, patenty na szereg swoich produktów nadających się do rynkowego zdyskontowania) stała się kuszącym (tanim) kąskiem dla firmy Monsanto, pragnącej (m.in. poprzez wejście w pełne posiadanie aktywów Calgene) uzyskać dominującą pozycję na rynku produktów rolnych, rynku żywności oraz leków (tzn. móc kontrolować i wyzyskać dla biznesu synergiczne efekty płynące z tych rynków). Taką wymowę ma informacja podana w 1997 r. przez Brower: „Monsanto połyka Calgene w całości”. Czy można „połknąć” firmę odnoszącą wielkie sukcesy rynkowe, która w tej sytuacji musi być niezależna finansowo? Okazuje się, że tak. Firmie Monsanto udało się bardzo tanio przejąć Calgene.

W kontekście powyższych informacji na temat transgenicznych pomidorów FLAVR SAVR™ można zauważyć, że optyka postrzegania osiągnięcia naukowego i optyka sukcesu rynkowego, to w istocie odmienne kwestie. Współczesna biotechnologia rozwija się w coraz silniejszym przymierzu

nauki z przemysłem, co sprawia, że optyka rynkowa (reklama, konkurencja, wprowadzanie nowości, kreowanie popytu i osiąganie w ten sposób zysku) ulega stałemu wzmocnieniu. Komercyjny efekt takich zachowań jest wzmocniany (i jednocześnie legitymizowany) przez tych naukowców, dla których przemysł jest pracodawcą. Nietrudno zatem o subiektywizm w ocenach i możliwość przenoszenia uproszczeń (tzn. postrzegania spraw w wąskim kontekście i głównie poprzez krótkookresową optykę rynkową) na forum dyskusji o biologicznych aspektach genetycznych modyfikacji u roślin i zwierząt. Także w opinii publicznej pokutować mogą uproszczenia (choć innego typu) dotyczące przesadnych obaw przed następstwami genetycznych modyfikacji roślin i zwierząt. Będą one zapewne tym powszechniejsze, im mniejsza będzie „podaż” zobietywizowanych informacji na temat „gen-food” i transgenezy w ogóle.

Chociaż problem „gen-food” nie dotyczy żywności produkowanej w Polsce, to jednak handel międzynarodowy oraz zachodzące na świecie procesy integracyjne sprawiają, że zagadnienie bezpieczeństwa produktów transgenicznych dotyczy także naszego rynku żywnościowego. Podobnie jak każda nowa technologia, wytwarzanie transgenicznych organizmów jako źródła pożywienia dla ludzi może budzić obawy, a emocjonalne opinie formułowane za granicą upowszechniają się także w Polsce. Obecna sytuacja wydaje się sprzyjać takim tendencjom. Ujawnione w Europie Zachodniej informacje o aferach żywnościowych (BSE – bovine spongiform encephalopathy, dioksyny, wykorzystanie osadów ściekowych w żywieniu zwierząt) rozbudzają w społeczeństwie poczucie zagrożenia. Potwierdzeniem tego faktu może być drastyczny spadek popytu na wołowinę spowodowany bojaźnią przed chorobą „szalonych” krów (BSE). Wybuch wspomnianych afer żywnościowych sprzyja ujawnianiu się w społeczeństwie postaw niewiary w skuteczność aktualnych zabezpieczeń zdrowia publicznego. Jest oczywiste, że wymienione fakty przejaskrawionego liberalizmu ekonomicznego, u podłoża których leży chęć zwiększania efektywności produkcji za wszelką cenę (w myśl zasady, że nic nie może się zmarnować), nie mają nic wspólnego z rolą i zadaniami biotechnologii. Ponieważ jednak wspomniane wydarzenia zbiegają się czasie z burzliwym rozwojem i osiągnięciami w tej dziedzinie, emocjonalne pytania o bezpieczeństwo „gen-food” stały się bardzo aktualne.

Możliwości technik inżynierii genetycznej wykraczają daleko poza konwencjonalne sposoby kształtowania genomu poprzez utrwalone w praktyce metody selekcji i doboru. Umożliwiają one pokonywanie barier genetycznych nawet między organizmami z różnych królestw. Otwiera to wielkie możliwości zwiększania produkcji rolniczej metodami biotechnologicznymi, obniżenia kosztów produkcji i skrócenia czasu uzyskiwania nowych odmian. Chociaż perspektywy uzyskiwania odmian roślin uprawnych charakteryzujących się nowymi pożądanymi cechami są bardzo obiecujące, dotychczasowe zabezpieczenia konsumentów przed konsekwencjami wprowadzania na rynek produktów poddawanych manipulacjom genetycznym uznaje się za niewystarczające. Szczególną aktywność w upowszechnianiu takiej argumentacji wykazuje oficjalna amerykańska agencja EPA (Environmental Protection Agency), która za cel swej działalności uznaje zabezpieczenie zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska naturalnego. Również UCS (Union of Concerned Scientist) podejmuje

(m.in. za pośrednictwem EPA) liczne interwencje, domagając się zawieszenia procedur rejestracji odmian transgenicznych (np. transgenicznej bawełny Bt odpornej na insektycydy) do czasu uzyskania pełnej gwarancji, iż są one bezpieczne i nie przyniosą uszczerbku dla środowiska.

W rozważaniach na temat zastosowania metod inżynierii genetycznej do transgenezy roślin i zwierząt często wskazuje się na możliwość alergennego oddziaływania „gen-food”. Według niektórych autorów argumenty te mają uzasadnienie i powinny być rozważone z należytą powagą. W USA, już od 1992 roku, przed wprowadzeniem na rynek transgenicznej żywności istnieje obowiązek uzyskania notyfikacji Food and Drug Administration (FDA) oraz przeprowadzenia testów bezpieczeństwa (i ewentualnego oznakowania), ale tylko takiej żywności, która zawiera gen lub geny pochodzące z 8-10 źródeł już dobrze rozpoznanych jako mogące wywoływać reakcje alergiczne u ludzi. Tymczasem brak wiedzy o mniej rozpowszechnionych alergenach powoduje, że zabezpieczenie konsumentów przed transgeniczną żywnością, która takie nierozpoznane alergeny może zawierać, jest praktycznie niemożliwe.

Niezależnie od prowadzenia rozważań nad zasadnością obaw oraz dyskusji nad skutecznością aktualnych zabezpieczeń w dziedzinie badań żywności należy stwierdzić, że występowanie przypadków alergennego oddziaływania produktów spożywczych to fakty potwierdzone zarówno w badaniach naukowych, jak w licznych obserwacjach realiów życia. Chociaż anafilaksje nie są nowym problemem i nie mają bezpośredniego związku z biotechnologią, techniki inżynierii genetycznej mogą sprzyjać przemieszczaniu antygenów (alergenów) z organizmów nie będących źródłem pożywienia do organizmów składających się na konwencjonalną dietę człowieka.

Alergia jest zjawiskiem immunologicznym, w którym uczestniczą przeciwciała IgE. Dlatego immunoglobuliny klasy IgE określane są również mianem reagin lub jako przeciwciała homocytropowe. Należy podkreślić, że alergia jest stanem nadwrażliwości nabytym w następstwie ekspozycji na alergen. Może to być nadwrażliwość typu natychmiastowego, występująca już w ciągu kilku sekund po kontakcie osoby wrażliwej z antygenem, bądź objawy mogą pojawić się nie wcześniej niż po 24 godz. (co określane jest jako nadwrażliwość typu późnego). Szczególną rolę w alergiach odgrywają komórki tuczne (mast cells) oraz bazofile. Chociaż komórki tuczne i bazofile są odrębnymi liniami komórkowymi i wykazują wiele różnic morfologicznych, charakterystyczną cechą wyróżniającą je od innych komórek układu immunologicznego jest obecność powierzchniowego receptora dla immunoglobulin IgE (receptor FcεR1). Występuje tak wielkie powinowactwo IgE–receptor FcεR1 (rzędu 10^9 - $10^{10}M^{-1}$), że nawet śladowe ilości IgE w surowicy krwi wystarczają, aby w przypadku powstania kompleksu IgE–alergen i ekspozycji domeny Fc przeciwciał na receptor FcεR1, uruchomić uwalnianie przez komórki tuczne i bazofile chemicznych mediatorów wywołujących anafilaksję. Najważniejszą rolę odgrywają naczyniowoczynne aminy (zwłaszcza histamina, znana jako potężny środek rozszerzający naczynia włosowate). Procesowi towarzyszy zwykle wysoka gorączka, gwałtowne rozszerzenie naczyń włosowatych (co powoduje szybki spadek ciśnienia tętniczego i niedotlenienie mózgu) oraz potęgujące się duszności (zewnątrzpochodna astma), spowodowane silnym skur-

czem mięśni gładkich. Procesy anafilaktyczne mogą być tak szybkie i gwałtowne, że jedynym sposobem uratowania życia choremu jest natychmiastowa dożylna iniekcja adrenaliny, w celu zapobieżenia skurczowi mięśni i spowodowania zwężenia naczyń włosowatych.

Alergie pokarmowe obejmują grupę chorób charakteryzujących się nienormalną, gwałtowną odpowiedzią na specyficzny alergen (antygen) znajdujący się w pożywieniu. Występują dwie kategorie zaburzeń pokarmowych. W pierwszej grupie klasyfikowane są właściwe alergie (określane jako alergie typu I), tzn. szybko powstające zaburzenia, w których pośredniczą immunoglobuliny z klasy IgE. Natomiast druga grupa zjawisk, przebiegających bez udziału przeciwciał IgE, nie ma podłoża immunologicznego. Określa się je jako „nie-tolerowanie pożywienia”, co może wynikać z idiosynkrazji, zaburzeń metabolicznych lub toksycznej odpowiedzi na pokarm. Chociaż jest oczywiste, że problem alergii u ludzi narasta, czynniki odpowiedzialne za ten stan nie są dokładnie rozpoznane. Liczba nowych przypadków zwiększa się każdego roku, jednocześnie występuje tendencja do zaostrzania się klinicznych objawów alergii. Alergenem jest jakiś antygen; tych zaś jest w naturze tak wielka ilość, iż nawet w przybliżeniu trudno ją określić. Uczulenia pokarmowe klasyfikowane są w obrębie alergii atopowych (atopic allergy). Ta kategoria schorzeń anafilaktycznych (ich źródłostów wywodzi się z greckiego terminu atopia – niezwykle, dziwny) ukierunkowana jest na antygeny normalnie występujące w środowisku. Zatem trudno zapobiec (nawet w sytuacji rozpoznania alergenu) nieoczekiwanemu wystąpieniu reakcji uczuleniowej, która w skrajnych przypadkach może przybierać formę ogólnoustrojowego szoku zagrażającego życiu. Wśród alergii atopowych najbardziej rozpowszechnione są: zapalenie (nieżyt) śluzówki nosa, zapalenie spojówek, zapalenie skóry oraz – groźna dla życia – astma oskrzelowa.

Precyzyjne określenie częstości występowania alergii w populacji, zwłaszcza schorzeń atopowych (których symptomy oraz gradacja są bardzo zmienne), nie jest możliwe. Monitorowaniu i leczeniu podlega tylko grupa najcięższych przypadków klinicznych. Podobna sytuacja występuje w przypadku alergii pokarmowych, które mogą być wywoływane przez rozmaite alergeny obecne w konwencjonalnym (tzn. nietransgenicznym) pożywieniu człowieka. Alergeny znajdują się mogą w fasoli, ryżu, mleku, ziemniakach, orzeszkach ziemnych, w skorupiakach (np. krewetkach), mące z różnych zbóż, poziomkach, truskawkach, mandarynkach, orzechach, musztardzie itd. Alergie pokarmowe mogą być też wywoływane przez rozmaite antygeny znajdujące się w produktach nie będących dawniej źródłem pożywienia człowieka. Przykładem może być alergenność owoców kiwi, odkrytych przed kilkunastu laty jako źródło pożywienia człowieka. Najwyższe dyskusje wzbudza problem potencjalnej alergenności białek pochodzących z organizmów (bakterii, wirusów, roślin egzotycznych itd.) nie będących źródłem konwencjonalnego pożywienia człowieka, przeniesionych poprzez transfer genów do roślin uprawnych w celu poprawy ich właściwości. Gradacja symptomów alergii pokarmowej jest bardzo zróżnicowana i może obejmować rozmaite objawy (lub kombinację objawów), takich jak: biegunka, pokrzywka, wypryski na skórze, rozległe wykwity skórne, a nawet ogólnoustrojowy szok uczuleniowy. Rozpoznanie alergii pokarmowej bywa trudne również z tego względu, że niektóre czynniki fizyczne (np. niska

lub wysoka temperatura), zadrapania skóry oraz różnego rodzaju emocje, mogą wywoływać symptomy podobne do reakcji alergicznych.

Okolo 98% antygenów pobieranych z pożywieniem blokowanych jest przez tzw. barierę żołądkowo-jelitową, a białka przyswajane są w formie małych fragmentów (peptydów). Tylko niewielka ilość antygenów (około 2%) przyswajana jest w przewodzie pokarmowym w niezmienionej formie i w takiej postaci dostaje się do organizmu. W normalnych warunkach nienaruszone antygeny wnikaące do organizmu poprzez przewód pokarmowy nie wywołują reakcji alergicznych, ponieważ u większości osobników wytwarzany jest stan immunologicznej tolerancji na antygeny pożywienia. Immunologiczny proces prowadzący do wytworzenia stanu tolerancji jest nieznan, ponieważ dotychczas nie rozpoznano kluczowego szlaku tzw. obróbki antygenów (antigen processing) w przewodzie pokarmowym. Osiąganie stanu tolerancji na antygeny pożywienia jest procesem rozciągniętym w czasie. Pośrednim potwierdzeniem tego faktu jest stosunkowo duża liczba przypadków alergii pokarmowych u niemowląt, co wskazuje, że występuje ścisły związek między ogólną niedojrzałością układu immunologicznego a wykształcaniem stanu tolerancji przewodu pokarmowego na antygeny pożywienia.

Podobnie jak we wszystkich reakcjach immunologicznych, także w przypadku rozwinięcia się anafilaksji na jakiś składnik pożywienia wymagana jest uprzednia ekspozycja organizmu na dany antygen (alergen). Przykładem może być aspiryna lub penicylina, specyfiki uznawane niegdyś za bezpieczne, których nie można obecnie aplikować bez upewnienia się, iż nie wywołają reakcji anafilaktycznej. Oznacza to, że jeśli wprowadza się do diety człowieka nowy składnik, a w populacji są osobnicy mający predyspozycje do alergicznej reakcji na obecny tam antygen, to anafilaksja ujawni się dopiero w przyszłości (po kolejnych ekspozycjach na antygen, tzn. po powtarzającym się spożywaniu takiej żywności). Nie ma przy tym większego znaczenia czy pożywienie zawiera dużo alergenu, ponieważ nawet minimalna jego ilość powodować może najcięższe postaci ogólnoustrojowego szoku (w tym właśnie tkwi istota anafilaksji oraz zagrożenie stwarzane przez alergeny). Jeśli więc mamy do czynienia z nową żywnością (tak jak w przypadku „gen-food” zawierającej składniki z organizmów nie wchodzących w skład konwencjonalnego pożywienia człowieka), nie można *a priori* przesądzić, czy z punktu widzenia alergenności jest i będzie ona bezpieczna. Niezależnie od antygenowej ekspozycji koniecznej do ujawnienia się reakcji, epitopowe podobieństwo różnych alergenów sprawia, że szereg anafilaksji to w istocie krzyżowe reakcje, u podłoża których leży wspomniane podobieństwo między antygenami. Dlatego na skutek zacierania się jasnych relacji między wystąpieniem anafilaksji a jej etiologią, zdiagnozowanie alergenu może być znacznie utrudnione. Niektóre antygeny mają kombinowane właściwości uczulające, będąc jednocześnie alergenami inhalacyjnymi (pyłkowymi) oraz alergenami pokarmowymi. Dotyczy to na przykład jęczmienia i pszenicy.

U zwierząt laboratoryjnych (myszy, szczury, świnki morskie), które są wykorzystywane w różnych dziedzinach badań medycznych, nie występują spontaniczne reakcje alergiczne, mogące być modelem do badań alergii u ludzi. Natomiast

wśród innych gatunków zwierząt, spontaniczne syndromy alergii na pokarm obserwuje się niekiedy u psów i koni wyścigowych. Zwierzęta gospodarskie są praktycznie całkowicie uzależnione od człowieka w zakresie dostępu do pożywienia. Stosowane w ich żywieniu dawki pokarmowe, nawet dobrze zbilansowane w zakresie zapotrzebowania bytowego i produkcyjnego, są w porównaniu z dietą człowieka bardzo mało urozmaicone. W warunkach chowu istnieje więc sytuacja cyklicznego skarmiania zwierzętami tych samych pasz, a głównym kryterium oceny ich przydatności w żywieniu są efekty produkcji zwierząt, jakość mięsa, wełny, jaj itd. Pasza alergenna nie gwarantowałaby opłacalności produkcji. Poprzez to ekonomiczne kryterium utrwalono w praktyce skarmianie zwierzętami tylko takich produktów, które nie powodują niekorzystnych skutków ubocznych. Nie można całkowicie wykluczyć, że niektóre osobniki podlegają alergiom żywieniowym, a procesy te mogą mieć gwałtowny przebieg kończący się śmiercią zwierzęcia. Na przykład u bydła występuje syndrom SDS (sudden death syndrome), a jednym z możliwych powodów jego występowania jest anafilaksja. W terenowej praktyce weterynaryjnej nie prowadzi się badań diagnostycznych w kierunku alergii. Można jedynie domniemywać, że gdyby alergii pokarmowe u niektórych zwierząt hodowlanych miały subkliniczny charakter, osobniki takie gorzej by się rozwijały, byłyby mniej wydajne i z tego względu podlegałyby negatywnej selekcji hodowlanej, tzn. eliminowano by je ze stada.

W tradycyjnym podejściu do żywienia zwierząt pojawiają się tendencje mogące zakłócać utrwalony porządek, a to może sprzyjać ujawnianiu się alergii. Okazuje się, że problem wspomagania farmakologicznego (tzw. dopingowa farmakologia zwycięstwa) i stosowanie silnych anaboliów przez niektórych sportowców (np. hormonu wzrostu), ma pewne odpowiedniki także w hodowli zwierząt. Pojawiają się farmakologiczne „ulepszenia”, mające stymulować produkcję oraz chronić zdrowie zwierząt. Propagowane jest stosowanie stymulacji hormonalnych w celu zintensyfikowania produkcji, np. przez podawanie hormonu wzrostu (somatotropiny – BST). Uporządkowanie tych spraw oraz wyeliminowaniu zagrożeń wynikających z niefrasobliwego stosowania w żywieniu zwierząt substancji biologicznie czynnych (częstokroć nie zweryfikowanych pod względem wywoływania skutków ubocznych dla zwierząt i ludzi) ma służyć opracowane niedawno krajowe prawo paszowe.

Zwierzęta mięsożerne (psy, koty, lisy, norki itp.), wszystkie zwierzęta (np. świnię), przeżuwacze oraz ptactwo domowe korzystają w istocie z tych samych źródeł pożywienia, z których czerpie człowiek. Niezależnie od tego, istnieje w naturze utrwalony łańcuch pokarmowy, w którym jedne gatunki służą jako pokarm dla innych. Człowiek, będąc głównym beneficjentem tego łańcucha, jest jednocześnie jego reżyserem, zwłaszcza w odniesieniu do zwierząt hodowlanych (i w pewnym zakresie w odniesieniu do zwierząt dziko żyjących). Problem priornów (BSE u bydła) „wyreżyserowany” przez człowieka, który poprzez bydłęcy wariant ludzkiej encefalopatii (CJD – Creutzfeldt-Jakob disease) dotkliwie uderzył w gatunek *Homo sapiens* jest dowodem, że zagadnienia bezpieczeństwa żywności przeznaczonej dla człowieka nie można rozpatrywać w oderwaniu od bezpieczeństwa w żywieniu zwierząt.