

AGATA SZYMKIEWICZ, LUCJAN JĘDRYCHOWSKI

## IMMUNOGENNE WŁAŚCIWOŚCI BIAŁEK NASION ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

### Streszczenie

W pracy przedstawiono charakterystykę najbardziej antygennych białek nasion roślin strączkowych, głównie soi i grochu, a także orzeszków ziemnych. Podkreślono znaczenie istnienia reakcji krzyżowych pomiędzy białkami wymienionych nasion. Zwrócono szczególną uwagę na duże rozbieżności w określaniu frakcji najbardziej antygennych w poszczególnych nasionach i w związku z tym, duże zagrożenie zdrowotne dla pewnej grupy atopicznej populacji. Zasygnalizowano również problem, związany z wprowadzaniem do powszechnej konsumpcji żywności genetycznie modyfikowanej.

**Słowa kluczowe:** rośliny strączkowe, białka antygenne, alergie pokarmowe, reakcje krzyżowe.

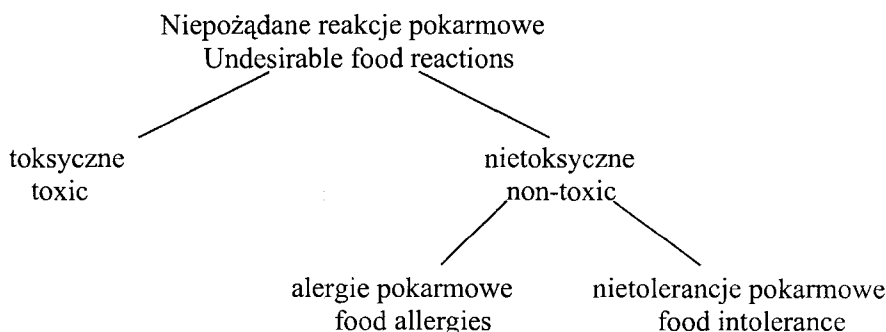
### Wstęp

Odżywianie jest niezbędną czynnością fizjologiczną każdego żywego organizmu, determinującą jego przetrwanie i dalszy rozwój. Człowiek, w okresie całego swojego życia, spożywa około 100 ton różnych produktów spożywczych. Wśród spożywanych przez ludzi pokarmów znajdują się także takie produkty roślinne i zwierzęce, które stanowią z punktu widzenia immunologicznego znaczne obciążenie antygenowe dla organizmu. W przypadku występowania reakcji uczuleniowych organizmu na składniki pokarmowe, największe zagrożenie antygenowe powodują: jaja, mleko, pszenica, orzeszki ziemne, soja, kurczaki, ryby, czekolada, owoce cytrusowe i inne.

Sprawne funkcjonowanie organizmu zdrowego człowieka, zwłaszcza praca mechanizmów: anatomicznego, biochemicznego i immunologicznego, warunkuje właściwą tolerancję pokarmową, a także prawidłowe trawienie i przyswajanie. W przypadku gdy te mechanizmy stają się mniej wydolne lub gdy zawodzą, spożywany pokarm może okazać się przyczyną wyzwalającą różnorodne dolegliwości, od bólu brzucha i pokrzywki po reakcje anafilaktyczne. Mamy wówczas do czynienia z tzw. niepo-

żądaną reakcją pokarmową. Najogólniej rozumie się przez nią nieprawidłową, powtarzalną i odwracalną odpowiedź organizmu ludzkiego, przejawiającą się powstawaniem różnych dolegliwości klinicznych w trakcie spożywania lub po spożyciu pokarmu. Reakcji takiej nie obserwuje się u ludzi zdrowych [19, 21]. Cechą charakterystyczną niepożądanych reakcji pokarmowych jest to, że występują one niezależnie od ilości spożytego pokarmu. Zagrożenia wynikające z tego powodu są zdeterminowane wieloma czynnikami środowiskowymi, genetycznymi i anatomicznymi. Duże znaczenie przy tym ma również rodzaj diety, uwarunkowania kulturowe, sposób przygotowania produktów spożywczych i inne [20].

We współczesnej literaturze funkcjonowało wiele definicji określających niepożądane reakcje pokarmowe. W celu uniknięcia nieporozumień wynikających z posługiwania się nimi, w 1995 roku Europejska Akademia Alergii i Immunologii Klinicznej (EAACI) wprowadziła jednolitą klasyfikację niepożądanych reakcji pokarmowych (rys. 1) [5].



Rys. 1. Klasyfikacja niepożądanych reakcji pokarmowych.

Fig. 1. Classification of undesirable food reactions.

Jak wynika z przyjętego podziału, niepożądane reakcje organizmu na pokarm mogą być uwarunkowane wieloma czynnikami i mogą mieć różny charakter. Istotne znaczenie mają przy tym reakcje niepożądane wynikające z nieprawidłowych reakcji układu immunologicznego organizmu. Właściwa odpowiedź układu immunologicznego na wprowadzony do ustroju człowieka obcy antygen polega na zdolności jego tolerancji. Mechanizm tzw. tolerancji pokarmowej (oral tolerance) uruchamiany jest przez organizm w celu uniknięcia miejscowych i ogólnych reakcji na obce gatunkowo białka. Oprócz tego mechanizmu, układ pokarmowy i immunologiczny człowieka wykształcił też inne mechanizmy obronne przed niepożądanymi składnikami. W obrębie błony śluzowej są to przeciwciała wydzielnicze, głównie z grupy IgA i IgM, hamujące możliwość wnikania do organizmu patogennych mikroorganizmów i obcych antygenów. Neutralizują one toksyny bakteryjne i działają bakteriostatycznie.

Jednym z mechanizmów nieprawidłowego tolerowania pokarmów jest alergia pokarmowa. Występuje ona wówczas, gdy spożyty pokarm (jego składnik–alergen) wywołuje niewłaściwą immunologiczną odpowiedź organizmu. W przypadkach gdy objawy kliniczne nie mają podłoża immunologicznego mamy do czynienia z nietolerancją pokarmową.

Alergia pokarmowa jest obecnie zaliczana do jednej z najbardziej powszechnych chorób wywoływanych przez żywność. Problem alergii dotyczy coraz większej populacji ludzi [33]. Niepożądane reakcje lub alergie pokarmowe mogą wystąpić u ludzi w różnym wieku, przy czym u dzieci zdarzają się częściej, zwłaszcza u niemowląt. Są wyrazem nadwrażliwości na nowo wprowadzany do diety pokarm (białka mleka, białko jaja, mięso, owoce, warzywa itp.) oraz nieprawidłowości wynikających z nieodpowiedniego ukształtowania się bariery śluzówkowej, pozwalającej na zwiększoną penetrację antygenów pokarmowych ze światła jelita do układu krążenia.

Teoretycznie każde obce gatunkowo białko wykazuje właściwości antygenne i jest w stanie wywołać produkcję przeciwciał. Mianem alergenów określa się antygeny wywołujące reakcje alergiczne wskutek jednego z czterech mechanizmów. Wyróżnia się następujące typy reakcji alergicznych:

#### *IgE-zależna reakcja typu natychmiastowego (Typ I)*

Ten typ reakcji charakteryzuje się tym, że powtórne wtargnięcie antygeny powoduje jego natychmiastowe związanie z istniejącymi już swoistymi przeciwciałami klasy E (IgE) zlokalizowanymi głównie na mastocytach i uwolnienie mediatorów reakcji alergicznej typu natychmiastowego. Istotną rolę w powstaniu tego typu reakcji odgrywają cytokiny IL-2, IL-4 i IFN- $\gamma$ . O ile mechanizm reakcji jest czynnikiem decydującym o zakwalifikowaniu do danej grupy, to w przypadku rozpatrywanej reakcji czas jej wystąpienia od momentu powtórnego kontaktu organizmu z antygenem jest mniej ważny. Reakcje wymienionego typu, ze względu na czas ich wystąpienia, dzieli się dodatkowo na natychmiastowe (17% przypadków), półopóźnione – do 24 godz. (32% przypadków), opóźnione – 72 godz. (38% przypadków) i odległe – ponad 72 godz. (13% przypadków).

Reakcje typu natychmiastowego są bardzo często odpowiedzialne za wystąpienie reakcji pokarmowej, której główne objawy to: napadowy rumień skóry, świąd, pokrzywka, obrzęk Quinckiego, wyprysk, alergiczne zapalenie błon śluzowych nosa, astma, anafilaksja pokarmowa i inne.

### *Reakcje cytotoksyczne (Typ II)*

W reakcji tego typu najważniejszą rolę odgrywają makrofagi, monocyty, niektóre komórki T ( $CD3^+$  i  $CD16^+$ ) oraz komórki NK. W tego rodzaju odpowiedzi komórkowej wyróżnia się:

- cytotoksyczność komórkową zależną od przeciwciał,
- cytotoksyczność wynikającą z odpowiedzi właściwych przeciwciał przy udziale dopełniacza,
- cytotoksyczność komórek NK i makrofagów.

### *Reakcje z udziałem kompleksów immunologicznych (Typ III)*

Kompleks immunologiczny (IC) to specyficzne struktury składające się z antygen-u, przeciwciał klasy G (IgG), czynników aktywujących dopełniacz i cząstek dopełniacza. Odkładanie się IC inicjuje rozwój procesu zapalnego w obrębie określonych tkanek. Ten typ reakcji prawdopodobnie nie uczestniczy w rozwoju alergii pokarmowej.

### *Nadwrażliwość typu późnego, tkankowego (Typ IV)*

Reakcja tego typu następuje zazwyczaj w ciągu 24-48 godzin i stanowi odpowiedź na rozpuszczone antygeny białkowe i hapteny. Są dowody na udział tego typu reakcji w rozwoju alergii pokarmowej.

Alergeny są składnikami powszechnie występującymi w żywności. Do produktów najczęściej uczulających należą mleko krowie, jaja, orzeszki ziemne, soja, ryby i inne. Lista produktów alergizujących zależy przede wszystkim od preferencji żywieniowych w danym kraju. Soja i orzeszki ziemne znacznie częściej są przyczyną uczuleń w USA niż w Europie, a ryż najczęściej w Japonii. W Polsce coraz częściej rozpoznaje się alergię na owoce południowe, orzeszki ziemne, skorupiaki i przyprawy egzotyczne. Narastanie problemu alergii pokarmowej jest wynikiem przede wszystkim wzrostu częstości występowania atopii wśród społeczeństw krajów wysoko rozwiniętych oraz odejściem od tradycyjnych nawyków żywieniowych. Nie bez znaczenia jest również pojawienie się niespotykanych dotychczas alergenów, takich jak: dodawane powszechnie do żywności barwniki sztuczne, środki konserwujące i różne inne dodatki oraz większe spożycie leków, zanieczyszczenie środowiska, przesadna higiena itd.

### **Immunogenne właściwości białek soi**

Wśród produktów najczęściej uczulających ważną pozycję zajmują nasiona roślin strączkowych, w tym soi. Przypadki alergii na soję były po raz pierwszy przedstawione ponad 60 lat temu (ok. roku 1935) przez Duke'a, który obserwował pięciu pacjentów pracujących w młynie przerabiającym ziarna soi. Osoby te były chore na astmę i

dodatkowo wykazywały pozytywną reakcję w testach skórnych z użyciem ekstraktów sojowych [11]. Ogólnie jednak przyjmowano wówczas, że białka soi są raczej słabymi antygenami. W 1942 rok Hill przedstawił badania zaprzeczające temu pogładowi. Wykonał on testy śródskórne u 25 niemowląt z egzemą, niemających klinicznej wrażliwości na soję i żywionych odżywkami sojowymi. W 15 przypadkach potwierdził nadwrażliwość skóry małych pacjentów na soję [19].

W początkach lat 50. XX w. stwierdzono, że alergizujące właściwości białek sojowych można częściowo zredukować w trakcie procesu obróbki cieplnej [32, 34].

W roku 1961 Mortimer donosiła o przypadku wystąpienia szoku anafilaktycznego u dziecka, które przez dwa miesiące, jako niemowlę, karmione było mlekiem sojowym, a ponadto do drugiego roku życia jego rodzina mieszkała w pobliżu największego w kraju zakładu przetwarzającego ziarna soi [28].

Wergeland i von Vest również opisywali przypadek wystąpienia szoku anafilaktycznego po spożyciu mleka sojowego [39, 40].

W 1965 roku Crawford i wsp. [11] przedstawili badania, z których wynikało, że mąka sojowa zawiera co najmniej 10 antygennych składników i że jeden lub dwa z nich są wspólne z antygenami większości innych roślin strączkowych. Według tych badaczy procesy cieplne stosowane przy produkcji sojowych odżywek dziecięcych redukują w bardzo znacznym stopniu alergenicność białek soi. Z przedstawionych badań wynika również, że połączenie sojowych antygenów z adiuwantem Freund'a silnie wzmacnia ich antygenowość [10]. Ostatnie stwierdzenie skłania do przyjęcia tezy o możliwości ewentualnego stymulującego wzajemnego oddziaływania antygenów występujących w żywności.

Fries [14], w wyniku przeprowadzonych badań na grupie 30 dzieci w wieku od 3 do 13 lat, stwierdził, że wrażliwość na soję jest dużym problemem i występuje często wśród populacji alergików. Potwierdził on również występowanie krzyżowych reakcji pomiędzy soją i alergenami innych roślin strączkowych. Fries udowodnił ponadto, że dzieci uczulone na mleko krowie nie powinny spożywać mleka sojowego, które może okazać się dla nich alergenne.

Najnowsze badania również wskazują na to, że soja należy do produktów o dużej możliwości uczulania [13]. Stwierdzono, że ekstrakty z mąki sojowej zawierają aż 34 różne białka-antygeny, które mogą stymulować immunologiczny system królika. Etanolowe ekstrakty koncentratów sojowych zawierają 1–8 antygenów, natomiast izolaty 6–26.

Główne alergeny soi to: glicynina (legumina o masie cząsteczkowej  $32 \cdot 10^4$ – $36 \cdot 10^4$  Da zbudowana z sześciu podjednostek kwasowych i sześciu zasadowych), globuliny 2S (mieszanina niskocząsteczkowych białek zawierająca inhibitory trypsyny) i alergen o masie cząsteczkowej  $32 \cdot 10^3$  Da [25]. Inhibitor trypsyny Kunitza posiada co najmniej dwa różne epitopy, przy czym jeden z nich zachowuje swoje właściwości w

warunkach powodujących denaturację białka. Epitopy glicyniny i  $\beta$ -konglicyny nie zostały do tej pory jeszcze zidentyfikowane. Antygeny soi reagują krzyżowo z przeciwciałami białek innych roślin strączkowych takich, jak: orzeszki ziemne, soczewica, fasola, łubin czy groch [2, 16, 18, 37].

Shibasaki i wsp. [36] oraz Burks i wsp. [6] zlokalizowali główne alergeny soi we frakcji globulinowej 2S, 7S i 11S.

Ogawa i wsp. [31] badając pacjentów uczulonych na soję stwierdzili, że najbardziej alergennym białkiem jest białko obecne we frakcji 7S o ciężarze molekularnym  $30 \cdot 10^3$  Da, określane jako Gly m Bd 30k (przeciwciała zawarte w serum pochodzącym od 65% badanych pacjentów reagowało z tym białkiem), natomiast białka frakcji 11S wiązały się znacznie słabiej z przeciwciałami IgE obecnymi w badanych surowicach.

Inhibitor trypsyny Kunitza – główny składnik frakcji globulinowej 2S soi o ciężarze  $20 \cdot 10^3$ – $21 \cdot 10^3$  Da uznany był za główny alergen w testach skórnych i badaniach RAST przeprowadzonych przez Moroz i Yanga [27]. Według Heriana i wsp. [17], to nie inhibitor trypsyny, a inne białko o ciężarze molekularnym  $20 \cdot 10^3$  Da było głównym alergenem sojowym.

Białko soi jest wykorzystywane w żywieniu ludzi i zwierząt, głównie ze względu na korzystny, zrównoważony skład aminokwasowy. Pomimo udowodnionych właściwości alergicznych, białka soi są powszechnymi składnikami żywności i z uwagi na upowszechnianie się żywienia wegetariańskiego są coraz częściej wykorzystywane do produkcji żywności, również w Polsce. Symptomy alergicznej reakcji na spożywane pokarmy zawierające białka soi mogą być różne. Najczęstsze objawy to wykwity na twarzy, zmiany na skórze, problemy oddechowe i zakłócenia żołądkowo-jelitowe. Natężenie tych reakcji zależy od indywidualnych predyspozycji danego osobnika.

Przez długi czas produkty bazujące na soi uważane były za hypoalergiczne dla ludzi. Odżywki dla niemowląt produkowane z białek sojowych były szeroko rekomendowane w przypadkach występowania u małych dzieci alergii na mleko krowie. Okazało się jednak, że większość niemowląt nadwrażliwych na białka mleka krowiego nie toleruje również białek sojowych. W tym zakresie nie ma dotychczas jednoznacznego stanowiska. Z najnowszych badań Magnolfi i wsp. [22] wynika, że częstość występowania nadwrażliwości na soję jest znacznie niższa niż powszechnie uważano i kształtuje się na poziomie ok. 6% wśród badanych dzieci dotkniętych chorobami atopowymi.

### **Immunogenne właściwości białek innych roślin strączkowych**

Jak wspomniano wyżej, właściwości immunogenne i alergenne białek nasion strączkowych są bardzo podobne. Stąd w przypadkach występowania uczuleń na składniki jednego rodzaju nasion można z dużym prawdopodobieństwem spodziewać

się wystąpienia symptomów chorobowych po spożyciu innego rodzaju nasion [2, 16, 18, 37].

Groch jest rośliną strączkową rosnącą w różnych częściach świata. Zajmuje czwartą pozycję w światowej produkcji żywności po soi, orzeszkach ziemnych i fasoli konserwowej. W Polsce groch jest konsumowany zarówno jako zielone ziarna, jak również jako ziarna suche, głównie po gotowaniu. Może być również przetwarzany przez mrożenie, konserwowanie i odwodnienie. W skali gospodarstw domowych może podlegać przed spożyciem wielu procesom tj.: moczeniu, kiełkowaniu, mieleniu, gotowaniu, zapiekaniu i fermentowaniu.

Ziarna grochu są bogatym źródłem białka, węglowodanów i minerałów. Zawartość białka w groszku zielonym wynosi ok. 6,3%. Suchy groch zawiera od ok. 21,2 do 32,9% białka. Zróżnicowanie białek grochu, podobnie jak białek innych roślin strączkowych, dokonuje się najczęściej na podstawie ich rozpuszczalności. Według Derbyshire i wsp. [12], w nasionach grochu występują następujące białka: albuminy 21%, globuliny 66% i gluteliny 12%. Główne białka globulinowe grochu to leguminy i wiciliny. Względne proporcje frakcji legumin i wicilin w nasionach grochu są uwarunkowane genetycznie i różnią się w poszczególnych odmianach. Legumina ma ciężar molekularny ok.  $33 \cdot 10^4$  Da, podczas gdy wicilina  $18 \cdot 10^4$  Da. Ich współczynnik sedymentacji wynosi w przypadku leguminy – 12S, a wiciliny – 7S. Frakcje białkowe grochu zawierają dziesięć podjednostek (sześć we frakcji leguminy i cztery – wiciliny). Podjednostki te różnią się przynajmniej dwoma końcowymi aminokwasami.

Frakcje albumin zawierają jako składniki dwa główne polipeptydy o ciężarach cząsteczkowych:  $8 \cdot 10^3$  Da i  $22 \cdot 10^3$  Da. Te dwa polipeptydy stanowią 34% białek frakcji albumin i są bogate w aminokwasy siarkowe. Albuminy są w głównej mierze białkami enzymatycznymi i metabolicznymi. Jednakże niektóre albuminy pełnią funkcje białek zapasowych podczas kiełkowania.

Zasygnalizowane wyżej zróżnicowanie białek pod względem biochemicznym znajduje również odbicie w ich właściwościach antygennych. Nasiona grochu zawierają wiele różnych białek, które posiadają właściwości immunogenne.

Według Gruppen i wsp. [15], najsilniejsze właściwości antygenne posiadają białka grochu o ciężarze molekularnym  $29 \cdot 10^3$  Da i  $16 \cdot 10^3$  Da. W badaniach wymienionego autora stwierdzono obecność bardzo wielu białek wiążących się z przeciwciałami, obecnymi w surowicy świń karmionych paszą zawierającą nasiona grochu. Badania przeprowadzano metodą immunoblottingu.

W innych badaniach właściwości białek zielonego groszku stwierdzono, że najsilniejsze właściwości immunogenne posiadały białka frakcji albuminowej, oraz że legumina i wicilina nie wykazywały takich właściwości. W wyniku przeprowadzonych testów skórnych na 10 pacjentach uczulonych na groch, wspomniani autorzy uzyskali pozytywny wynik w przypadku surowego ekstraktu i frakcji albuminy przy stężeniu

białka 5  $\mu\text{g}$ . Stwierdzili oni ponadto, że frakcja albuminy zachowuje całą swą alergenicność mimo ogrzewania w temperaturze 60°C przez 30 min oraz gotowania w 100°C przez 5 min. Natomiast w procesie sterylizacji (120°C/15 min) uzyskano znaczne obniżenie alergenicności albumin [23, 24].

Hefle i wsp. [16] przeprowadzili badania, dotyczące reakcji krzyżowych, pomiędzy białkami różnych roślin strączkowych (testy skórne i RAST), na siedmiu pacjentach uczulonych na orzeszki ziemne. W pięciu przypadkach okazało się, że wymienione osoby reagują alergicznie również na białka łubinu słodkiego. Dodatkowo wszystkie te osoby wykazywały wrażliwość w stosunku do białek groszku zielonego. W wyniku przeprowadzonego immunoblottingu okazało się, że najsilniej z surowicą (zawierającą przeciwciała klasy IgE) reagowało białko łubinu o ciężarze molekularnym  $21 \cdot 10^3$  Da oraz słabiej kilka innych białek o ciężarze molekularnym w zakresie  $35 \cdot 10^3$ – $55 \cdot 10^3$  Da.

Wśród najbardziej alergennej żywności jedno z czołowych miejsc zajmują orzeszki ziemne. Często reakcja po ich spożyciu jest natychmiastowa, łącznie z szokiem anafilaktycznym [9]. W skrajnych przypadkach nawet śladowa ilość białka orzeszków ziemnych dodana do innej żywności może spowodować śmierć u osób szczególnie wrażliwych [26].

Badania dotyczące alergennych frakcji znajdujących się w orzeszkach prowadzone były w wielu ośrodkach naukowych i jest bardzo wiele doniesień na ten temat [1, 3, 4, 7, 8, 35, 38]. Z analizy przedstawionych badań wynika, że orzeszki ziemne zawierają dużo białek alergennych o ciężarze molekularnym od  $17 \cdot 10^3$  Da do  $116 \cdot 10^3$  Da. Spośród nich najbardziej alergenne i najlepiej poznane są trzy białka, Ara h 1 (wicilina o ciężarze molekularnym  $65 \cdot 10^3$  Da), Ara h 2 (konglutynina o ciężarze  $17 \cdot 10^3$  Da) i Ara h 3 (proglicynina, białko o ciężarze  $60 \cdot 10^3$  Da). Epitopy tych alergenów to peptydy składające się z 10–15 aminokwasów, w większości stabilne w czasie obróbki termicznej [9].

Orzeszki ziemne są często wykorzystywane w przemyśle spożywczym i ich alergenicność jest poważnym problemem.

Obecnie pojawiło się jeszcze inne zagrożenie, związane z żywnością transgeniczną. Jakość żywieniowa soi limitowana jest przez deficyt metioniny. Aby białko soi wzbogacić w ten aminokwas wykorzystano techniki inżynierii genetycznej. Wprowadzono do genomu nasion transgenicznej soi gen odpowiedzialny za syntezę metioniny, pochodzący z materiału genetycznego uzyskanego z orzeszków brazylijskich, bogatych w ten aminokwas. Wykorzystując ekspresję wprowadzonego genu, uzyskano nasiona soi o podwyższonej zawartości metioniny. W ten sposób przeniesiono jednak nieświadomie alergenicność albuminy orzeszków do nasion soi [29, 30].



## Podsumowanie

Problem alergienności białek nasion roślin strączkowych jest poważny i jak dotąd ciągle jeszcze słabo poznany. O znaczeniu problemu świadczy fakt, że jednym z programów badawczych przyjętym przez Unię Europejską był program PROTAL dotyczący charakterystyki alergenów pokarmowych pochodzenia roślinnego.

Z wielu doniesień wynika, że alergeny białek nasion roślin strączkowych są ciągle jeszcze niezdefiniowane, a zdania wielu badaczy są sprzeczne. W związku z tym zarysowuje się konieczność podjęcia w tej dziedzinie nauki o żywności skoncentrowanych działań w zakresie klasyfikacji oceny alergennego ryzyka zdrowotnego, związanego ze spożywaniem żywności pochodzenia roślinnego.

## Literatura

- [1] Barnett D., Baldo D.A., Howden M.E.H.: Multiplicity of allergens in peanuts. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1983, **72**, 61.
- [2] Barnett D., Bonham B., Howden M.E.H.: Allergenic cross-reactions among legume foods - An in vitro study. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1987, **79**, 433.
- [3] Barnett D., Howden M.E.H.: Partial characterization of an allergenic glycoprotein from peanut (*Arachis hypogea* L.) peanut seeds. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1986, **24**, 359.
- [4] Beardslee T.A., Zeece M.G., Sarath G., Markwell J.P.: Soybean glycinin G1 acidic chain shares IgE epitopes with peanut allergen Ara h 3, *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 2000, **123**, 299.
- [5] Bruijnzell-Koomen C.: Adverse reactions to food. Position paper of the European Academy of Allergy and Clinical Immunology, Madrid 1995
- [6] Burks A.W., Brooks J.R., Sampson H.A.: Allergenicity of major component proteins of soybean determined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and immunoblotting in children with atopic dermatitis and immunoblotting in children with atopic dermatitis and positive soy challenges. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1988, **81**, 1135.
- [7] Burks A.W., Williams L.W., Helm R.M., Connaughton C., Cockrell G., O'Brien T.: Identification of a major peanut allergen, Ara h 1, in patients with atopic dermatitis and positive peanut challenges. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1991, **88**, 172.
- [8] Burks A.W., Williams L.W., Helm R.M., Connaughton C., Cockrell G., O'Brien T.: Identification and characterization of a second major peanut allergen, Ara h 2, with use of the sera of patients with atopic dermatitis and positive peanut challenges. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1992, **88**, 962.
- [9] Burks W., Bannon G.A., Sicherer S., Sampson H.A.: Peanut-induced anaphylactic reaction. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 1999, **119**, 165.
- [10] Crawford L., Roane J., Triplett F., Hanissian A.S.: Immunologic studies on the legume family of foods, *Ann. Allergy*, 1965, **23**, 303.
- [11] Duke W.W.: Soybean as a possible important source of allergy. *J. Allergy*, 1934, **5**, 300.
- [12] Derbyshire E., Wright D.J., Boulter D.: Legumin and vicilin storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry*, 1976, **15**, 3.
- [13] Foucard T., Malmheden Y.I.: A study on severe food reactions in Sweden- is soy protein a underestimated cause of food anaphylaxis. *Allergy*, 1999, **55**, 261.
- [14] Fries J.H.: Studies on the allergenicity of soy bean. *Ann. Allergy*, 1971, **29**, 1.

- [15] Gruppen H., de Groot J., van Oort M.G.: Identification and partial isolation of an antigenic protein in *Pisum sativum* cv. Solara, Wageningen Pers, Wageningen, 1993, p. 293-297.
- [16] Hefle S.L., Lemanske R.F., Bush R.K.: Adverse reaction to lupine-fortified pasta. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1994, **94**, 167.
- [17] Herian A.M., Taylor S.L., Bush R.K.: Identification of soybean allergens by immunoblotting with sera from soyallergic adults. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.* 1990, **92**, 193.
- [18] Hessing M., van de Hoef R., van Biert M., Vlooswijk R.A.A., van Oort M.G., Hamer R.: Antigenicity and cross reactivity of legume proteins. Wageningen Pers, Wageningen, 1993, p. 55-59.
- [19] Hill L.W.: The production of nonetiological skin hypersensitivity to foods by natural means in atopic persons. *J. Allergy*, 1942, **13**, 366.
- [20] Jędrychowski L.: Alergeny pokarmowe jako czynnik ryzyka zdrowotnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **4 (29)**, Supl., 62.
- [21] Kaczmarski M.: Alergie i nietolerancje pokarmowe. Sanmedia, Warszawa 1993.
- [22] Magnolfi C.F., Zani G., Lacava L., Patria M.F., Bardare M.: Soy allergy in atopic children. *Ann. Allergy Asthma Immunol.*, 1996, **77**, 197.
- [23] Malley A., Baecher L., Mackler B., Perlman F.: Further characterization of a low molecular weight allergen fragment isolate from green pea. *Clin. Exp. Immunol.*, 1976, **25**, 159.
- [24] Malley A., Baecher L., Mackler B., Perlman F.: The isolation of allergens from the green pea. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1957, **56**, 282.
- [25] Matsuda T., Nakamura R.: Molecular structure and immunological properties of food allergens, *Trends Food Sci. Technol.*, 1993, **4**, 289.
- [26] Mills E.N.C., Potts A., Plumb G.W., Lambert N., Morgan M.R.A.P.: Development of a rapid dipstick immunoassay for the detection of peanut contamination of food. *Food Agric. Immunol.*, 1997, **9**, 37.
- [27] Moroz L.A., Yang W.H.: Kunitz soybean trypsin inhibitor, a specific allergen in food anaphylaxis. *N. Engl. J. Med.*, 1980, **302**, 1126.
- [28] Mortimer E.Z.: Anaphylaxis following ingestion of soybean. *J. Ped.* 1961, **58**, 90.
- [29] Nordlee J.A., Taylor S.L., Jones R.T., Yunginger J.W.: Allergenicity of various peanut products as determined by RAST inhibition. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1981, **68**, 376.
- [30] Nordlee J.A., Taylor S.L., Townsend J.A., Thomas L.A., Bush R.K.: Identification of a Brazil-Nut Allergen in transgenic soybeans. *N. Engl. J. Med.*, 1996, **334**, 688.
- [31] Ogawa T., Bando N., Tsuji H., Okajima H., Nishikawa K., Sasaoka K.: Investigation by immunoblotting with the sera of soybeansensitive patients with atopic dermatitis. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 1991, **37**, 555.
- [32] Ratner B., Crawford L.V.: Soybean: Anaphylactogenic properties. *Ann. Allergy* 1955, **13**, 289.
- [33] Romański B.: Choroby atopowe na przełomie wieków – epidemiologia, profilaktyka, leczenie, alergia. *Immunologia*, 1998, **3**, 12.
- [34] Ratner B., Untracht S., Crawford L.V., Malone H.J., Retsina M.: Allergenicity of modified and processed foodstuffs. *Am. J. Dis. Child*, 1955, **89**, 189.
- [35] Sachs M.I., Jones R.T., Yunginger J.W.: Isolation and partial characterisation of a major peanut allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1981, **67**, 27.
- [36] Shibasaki M., Suzukim S., Tajima S., Nemoto H., Kuroume T.: Allergenicity of major component proteins of soybeans. *Int. Arch. Allergy Appl. Immunol.*, 1980, **61**, 441.
- [37] Szymkiewicz A., Jędrychowski L.: Evaluation of immunoreactivity of selected legume seed proteins. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/48**, 539.

- [38] Uhlemann L., Becker W.M., Schlaak M.: Food allergy: Identification and characterization of peanut allergens with patients sera and monoclonal antibodies. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 1993, **32**, 139.
- [39] Von Vest M.: Nahrungsmittelallergie, insbesondere Kuhmilchallergie bei Säuglingen, *Ann. Paediat.* 1953, **181**, 277.
- [40] Wergeland H.: Three fatal cases of probable familial allergy to human milk. *Acta Paediat.* 1948, **35**, 321.

## IMMUNOGENIC PROPERTIES OF LEGUME PROTEINS

### S u m m a r y

The present work is a review of the most potent allergenic proteins of legume seeds, mainly soybean, pea seeds, and peanuts. It emphasises the importance of cross-reactivity between proteins of particular seeds and nuts. In the paper, there are discussed some discrepancies in the results reported on the most allergenic protein fractions occurring in particular seeds, as well as threats emerging from ambiguous results to some atopic patient population. The problem connected with more and more common consumption of genetically modified foods is also approached in the present work.

**Key words:** leguminous plants, antigenic proteins, food allergy, cross-reactions. ☒