



Prof. dr hab. n. med.
Krzysztof Buczyłko

Institut Nauk o Zdrowiu
Państwowa Akademia
Nauk Stosowanych we
Wrocławku

Alergia atopowa i kontaktowa na stare-nowe warzywa kapustne

Atopic and contact allergy on the new-old cabbage varieties

S U M M A R Y

Cabbage (*Brassica L.*) allergies are rare but possible. Typical allergy symptoms include hives, vomiting, dizziness, or tongue swelling. Sensitizing proteins have been in cabbage varieties detected, such as: albumin 2 S, chitinase, lipid transfer protein, polcalcine, profilin, thaumatin-like proteins. In severe cases, anaphylaxis can also occur. Cabbage may cross-react with mugwort allergies.

Alergie na kapustę (*Brassica L.*) są rzadkie, ale możliwe. Typowe objawy alergii to pokrzywka, wymioty, zawroty głowy lub obrzęk języka. W odmianach kapusty wykryto uczulające białka, takie jak: albumina 2 S, chitynaza, białka transferu lipidów, polcalciny, profilina, białka taumatyno-podobne. W ciężkich przypadkach może również wystąpić anafilaksja. Kapusta może reagować krzyżowo z alergią na bylicę pospolitą.

Buczyłko K.: Alergia atopowa i kontaktowa na stare-nowe warzywa kapustne. *Alergia*, 2023, 4; 32-38

Wstęp

Nazwa warzywo pochodzi od słowa warzyć (doprowadzać do wrzenia). Synonimem słowa warzywo jest jarzyna i ono odnosi się do warzyw wysiewanych wiosną, jako jare [1]. Warzywa są znane na całym świecie. Podsumowanie korzyści, skutków zdrowotnych i zagrożeń związanych z ich spożywaniem wiąże się z wysoką wartością odżywczą, obejmującą bogactwo błonnika pokarmowego, witamin i minerałów. Dodatkową istotną cechą jest wysoka zawartość związków bioaktywnych, takich jak polifenole, fenole, flawonoidy i witaminy. Związki te odpowiadają za potencjał antyoksydacyjny [2]. Natomiast wciąż mało znana jest możliwość ryzyka reakcji alergicznych, w tym anafilaksji, po spożyciu tzw. warzyw staro-nowych, choć każdy alergolog zetknął się zapewne z reakcją uczuleniową na stale obecne w naszej diecie selerzy czy marchewki.

Opisano nieliczne przypadki reakcji alergicznych na kilka rodzajów warzyw staro-nowych, które były tradycyjnie spożywane w Europie i obecnie powracają do łask, także w Polsce [3]. Należą do rodzin botanicznych selerowate-*Apiaceae* (pasternak, lubczyk) i kapustowate-*Brassicaceae* (jarmuż, kapusta głowiasta, kalarepa, rzepa i chrzan) [2]. Coraz częściej zgłasza-

ne są alergie IgE-zależne na członków rodziny *Brassicaceae* [4].

Znacząca grupa warzyw, której odmianom i alergenom poświęcimy miejsce w niniejszym doniesieniu to Kapusta (*Brassica L.*) – rodzaj roślin zielnych z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Kod ekstraktu pokarmowego dla IgE: f216. Wyróżnianych jest w jego obrębie ponad 30 gatunków. Nazwa kapusta trafiła do polszczyzny prawdopodobnie jako zapożyczenie z łaciny, od słowa *caputium* (główka) [3]. Większość odmian uprawnych pochodzi od czterech gatunków i ich mieszańców: kapusty czarnej *B. nigra*, warzywnej *B. oleracea* (kapusta głowiasta, kalafior, brukselka i in.), sítowatej *B. juncea* (gorczyca) i właściwej *B. rapa* (inaczej rzepy) [5]. Kapusta, odmiana dzikiej kapusty, to roślina z rodziny kapustowatych, *Brassicaceae* (dawniej *Cruciferae*- krzyżowe). Kapusta pochodzi z regionów Morza Śródziemnego jako roślina o luźnych liściach, z liściastej dzikiej kapusty / dzikiej gorczycy. Została udomowiona w bardzo różnych formach, w tym kapusta głowiasta, brokuły, brukselka, jarmuż, kalafior i kalarepa, z których wszystkie pozostają tym samym gatunkiem.

W kapuście występuje szereg związków zwanych glukozynolanami oraz produkty ich rozkła-

Słowa kluczowe:

alergeny, brokuł, jarmuż, kalafior, kapusta, kalarepa, rzepa

Key words:

allergens, broccoli, kale, cauliflower, cabbage, kohlrabi, turnip



du- izotiocyjaniany będące czynnikiem chemoprewencyjnym: sulforafan, indolo-3-karbinol, izotiocyjanian allilu, askorbigen, glukobrassicyna, izotiocyjanian fenyloetylu, syngryna, 3,3'-diindolilometan mające szereg działań prozdrowotnych [6].

Molekuły alergenowe roślin kapustowatych

Baza Allergome wymienia sześć molekuł alergenowych roślin kapustowatych: albuminy 2 S; chitynazy, białka transferu lipidów; polkalcyny; profiliny; białka taumatyno-podobne [7].

Albuminy 2S

Albuminy 2S (Bra j 1 gorczyca sarepska; Sin a 1 gorczyca; Bra r 1 rzepa) [7]. Są to białka zapasowe, prolaminy. Tak zwane superfoods stały się niezwykle popularne pod względem wzmacniania wzorców żywieniowych. Jeden z takich super pokarmów, jarmuż (*Brassica oleracea var acephala*), należy do rodziny warzyw *Brassicaceae* [8], która jak już wiemy, obejmuje również brokuły, kalafior, kapustę, kalarepę i brukselekę formy uprawiane z dzikiej gorczycy. Pomimo powszechnego spożywania tych pokarmów, do tej pory odnotowano nieliczne przypadki alergii na warzywa z rodziny *Brassicaceae* [4,9,10,11,12,4,14]. Wykazano, że kilka alergenów jest odpowiedzialnych za alergię na *Brassicaceae*, w tym alergeny musztardowe 2S albumina (Sin a 1 z żółtej gorczycy i Bra j 1 z musztardy orientalnej) [7].

Chitynazy

Chitynazy (Bra r 2) Białka podobne do heveiny z grupy związanej z chorobowością roślin -PR 4. Z kapusty wyizolowano chitynazę. Siła działania tego alergenu w kapuście nie została jeszcze określona, ale może występować reaktywność krzyżowa z innymi roślinami zawierającymi chitynazę panalergenową (IUIUS). Chitynaza została wyizolowana z ekstraktu z kapusty i łodyg kapusty z korzeniami [alergome]. Znaczenie kliniczne tego alergenu w kapuście nie zostało do tej pory określone, ale w innych produktach spożywczych mogą występować właściwości antygenowe podobne do chitynazy panalergenowej [14].

Białka transferu lipidów

Niespecyficzne białka transferu lipidów, nsLTP (Bra o 3 oraz Bra r 3, Sin a 3 ok. 9 kD), są głównym alergenem brokułów, kalafiora i kapusty [8]. nsLTP wiążemy z systemem obronnym roślin (tzw. białka PR-14). Są one odporne na działanie temperatury i enzymów trawiennych, stąd uczulenie jest związane z ryzykiem reakcji lokalnych i uogólnionych [7]. Mogą powodować objawy po spożyciu surowej i gotowanej żywności. Najwyższe stężenia nsLTP stwierdza się w skórcie owoców. U niektórych pacjentów po obraniu owocu ze skórki objawy alergii nie występują. Białka nsLTP występują ponadto w owocach z rodziny *Rosaceae* (morela, wiśnia, śliwka) oraz w kasztanach jadalnych,

orzechach włoskich, orzeszkach ziemnych czy winogronach [15].

Uczulenie na Bra o3 wiąże się z możliwością wystąpienia tzw. zespołu białek transportujących lipidy (LTP). Objawy mogą mieć różne nasilenie, a przebieg odpowiedzi alergicznej jest zmienny, od łagodnego zespołu alergii jamy ustnej (OAS) do wstrząsu anafilaktycznego włącznie, zwłaszcza w obecności kofaktora (wysięk fizyczny, alkohol, NLPZ, konopie indyjskie, ostre infekcje, brak snu, post, pokrzywka). Chroni przed ciężkimi reakcjami współuczulenie na PR10, profilinę lub polkalcynę [16].

Polkalcyny

Polkalcyny (Bra o 5, Sin a 4). Dwa alergeny wiążące wapń (polkalcyny) występują w pyłku wielu niespokrewnionych roślin jako molekuły często reagujące krzyżowo [7]. Trójwymiarowa struktura rChe a 3 przypomina fałd {alfa}-helikalny, który jest zasadniczo identyczny z dwoma alergenami EF-hand z pyłku brzozy, Bet v 4 i pyłku tymotki łąkowej, Phl p 7. Rozległa reaktywność krzyżowa między Che a 3 i Phl p 7 została wykazana w eksperymentach konkurencyjnych z IgE Ab od pacjentów alergicznych. Reszty aminokwasowe, które są zachowane dla dwóch rodzin alergenów EF-hand, zidentyfikowano w wielu sekwencjach polkalcyn z 15 różnych roślin. Następnie wykorzystano trójwymiarowe struktury rChe a 3, rPhl p 7 i rBet v 4 do identyfikacji konserwatywnych aminokwasów w celu wizualizacji łańcuch powierzchniowych jako potencjalnych celów dla poliklonalnej odpowiedzi IgE Ab u pacjentów alergicznych [17].

Profiliny

Profiliny (Bra o 8) należą do bardzo rozpowszechnionej w roślinach grupy białek o czynności regulującej polimeryzację aktywny. Stanowią przyczynę reakcji krzyżowych pomiędzy znaczną grupą roślin ze względu na bardzo konserwatywną strukturę cząsteczki. Mogą powodować krzyżową alergię na różne pyłki, owoce i warzywa (patrz tabela 1). Są to jednak alergeny zazwyczaj niegroźne. Reakcje kliniczne są zwykle miejscowe, ograniczone do jamy ustnej (OAS).

Ponadto profiliny są wrażliwe na działanie enzymów trawiennych oraz wysokiej temperatury, tak więc niszczy je każda forma termicznej obróbki pokarmów [18].

Białka podobne do taumatyny

Białka podobne do taumatyny (Bra r TLP, thumaitine-like protein). Słodkie w smaku białka taumatyno-podobne należą one do układu immunologicznego roślin z grupy PR-5. Obecne są głównie w warzywach i owocach dojrzewających (kiwi, jabłka, wiśnie, brzoskwinie). Są to alergeny mniejsze, nie tak istotne z klinicznego punktu widzenia. Odpowiadają za reakcje miejscowe obrębie jamy ustnej i gardła, gdyż nie są odporne na trawienie i gotowanie. Zespół alergii jamy ustnej (OAS)

jest nadwrażliwością IgE-zależną. Pacjenci z alergią na pyłki doświadczają alergii jamy ustnej i gardła po zjedzeniu świeżych owoców lub warzyw zawierających alergen związany z homologiczną patogenezą, czasami towarzyszą mu objawy ogólnoustrojowe [10].

Gatunki kapusty

Powyżej Tabela 1 podsumowująca listę alergenów molekularnych kapusty z punktu widzenia biochemika i nowoczesnego alergologa- diagnosty przyczynowego. Poniżej przedstawione zostaną problemy alergiczne związane z poszczególnymi odmianami gatunku kapusta, czyli bardziej z punktu widzenia klinicysty i pacjenta, w alfabetycznej kolejności odmian z gatunku kapusty: brokuł, brukselka, jarmuż, kalafior, kapusta, kalarepa, rzepa. W indyjskim badaniu oceniono możliwy wpływ określonej diety eliminacyjnej na objawy u 24 dzieci w wieku od 3 do 15 lat z udokumentowanym pogorszeniem kontroli nad ich wieloletnią astmą. Analiza przeciwciał IgE dla szeregu produktów spożywczych wykazała, że 8 (33%) badanych miało przeciwciała IgE skierowane na kapustę [15].

Kapusta warzywna odmiana brokuł

Gatunek kapusta warzywna odmiana brokuł, *Brassica oleracea* var. Kod wyciągu alergenów: Bra o. Kod dla ekstraktu: F260. Brokuł, kapusta szparagowa (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) – odmiana kapusty warzywnej [1,5]. Jest to roślina jednoroczna należąca do rodziny kapustowatych, uważana za przodka kalafiora. Przedstawiono przypadek 42-letniej kobiety, u której wystąpiły 2 epizody anafilaktyczne w ciągu 6 miesięcy, po spożyciu warzyw, w tym brokułów. Wystąpił u niej obrzęk naczynioruchowy warg i duszność, za każdym razem wymagający intensywnego postępowania. Pacjentka wcześniej doświadczyła podobnych epizodów obrzęku naczynioruchowego po spożyciu herbaty brzoskwiniowej i rumiankowej. Pewnego razu doznała uogólnionej pokrzywki po zjedzeniu orzechów i owoców jagodowych. Pacjentka miała 20-letnią historię alergicznego zapalenia błony śluzowej nosa i spojówek w miesiącach letnich. Nie stwierdzono atopowego zapalenia skóry, astmy czy kontaktowego zapalenia skóry. Z powodu napadowego częstoskurczu przyjmowała beta-adrenolityk,

1

Tab.

Zestaw alergenów kapustnych (*Brassica* sp.), w tym staro-nowych jak kapusta głowiasta, rzepa, brokuł, kabaczek, kalafior, gorczyca sarepska. Przykładowo podano możliwe reakcje krzyżowe innych pokarmów i pyłków [opracował K. Buczyłko wg 4, 9,10,11,12,14].

Nazwa cząsteczki alergenu	Czynność biologiczna molekuly	Homologiczne cząsteczki kapustnych	Reagujące krzyżowo inne pokarmy	Reagujące krzyżowo cząsteczki pyłków
Albumina 2 S	Białka zapasowe, prolaminy	Sin a 1 gorczyca, Bra j 1 gorczyca sarepska, Bra r 1 rzepa	Ses i 1 sezam, Ara h 6 orzech ziemny, Jug r 1 orzech włoski	Nie stwierdzono
Chitynaza	Białko podobne do heveiny PR 4	Bra r 2 rzepa	Zea m 8 kukurydza, Mus a 2 banan	Hev b 6 lateks
7k-LTP	Białka transportujące lipidów PR-14	Bra o 3 kapusta głowiasta, brokuł, kabaczek, kalafior, Bra r 3 rzepa	Api g 2 seler, Pru p 3 brzoskwinia, Sola t 7LTP ziemniak	Art v 3 bylica, Amb a 6 ambrozja
Polkalcyna monomeryczna	Pyłkowe białko wiążące wapń - monomer	Bra r 5 rzepa, Bra n 4 rzepak	Nie stwierdzono	Bet v 4 brzozy, Art v 5 bylica
Polkalcyna dimeryczna	Pyłkowe białko wiążące wapń	Bra r 7 rzepa, Bra n 7 rzepak	Nie stwierdzono	Phl p 7 tymotka
Profilina	Białko regulujące polimeryzację aktyny	Bra o 8 brokuł, kabaczek, kalafior, Bra r 8 rzepa, Bra n 8 rzepak, Bra j 8 gorczyca sarepska	Cuc m 2 melon, Mus a 1 banan, Pim a 2 anyżek, Cor s 2 kolendra, Lit c 1 liczi	Bet v 2 brzoza, Phl p 12 trawa, Art v 4 bylica
Białka taumatynopodobne	Białka obronne z rodziny PR-5	Bra o TLP brokuł, kabaczek, kalafior	Pru p 2 brzoskwinia, Mal d 2 jabłko, Cap a 1 papryka	Art v TLP bylica, Bet v TLP brzoza



który przed prowokacją został zmieniony na antagonyzującą wapnia. nsLTP zostało wyizolowane od bliskiego członka rodziny (12). Punktowy test skórny (PTS) z dostępnymi w handlu alergenami pyłkowymi (ALK-Abelló) był dodatni dla traw, bylicy i ambrozji). PTS z ekstraktami alergenów pokarmowych (ALK-Abelló) i świeżą żywnością były dodatnie dla orzechów laskowych i pszenicy, orzeszków ziemnych, łubinu i surowych brokułów oraz dla papryki. PTS dla LTP brzoskwini również było dodatnie. Całkowity poziom IgE (ImmunoCAP) wynosił 94,6 kU/l. Swoiste IgE (sIgE) było dodatnie dla bylicy pospolitej (6,65 kU/l), trawy (2,89 kU/l), papryki (0,83 kU/l) oraz LTP brzoskwini (Pru p 3- 12,30 kU/l) i bylicy pospolitej (Art v 3- 1,76 kU/l). Stężenie sIgE dla brokułów było poniżej granicy wykrywalności (0,13 kU/l). Podwójnie ślepe, kontrolowane placebo prowokacje pokarmowe (PSKPPP) przeprowadzono z papryką, łubinem i brokułami. Po spożyciu gotowanych brokułów (80 g) u pacjenta wystąpiły intensywne, długotrwałe objawy alergiczne jamy ustnej z rumieniem błony śluzowej i drętwieniem języka. Placebo, papryka i łubin były negatywne [18]. LTP w brokułach został zidentyfikowany jako główne białko na powierzchni liści brokułów (IUUIS). Homologiczny LTP jest obecny w kapuście (Bra o 3) (13). Istnieje związek między uczuleniem wziewnym na pyłki LTP (takim jak Art v 3) a alergią pokarmową związaną z LTP (4,16). U naszego pacjenta alergenem reagującym krzyżowo może być Pru p 3, brzoskwiniowy LTP, ale nie można również wykluczyć Art v 3, bylicy pospolitej. Chociaż sIgE w stosunku do brokułów był niski, PTS i DBPCFC w przypadku brokułów były dodatnie. Jednym z powodów niskiej reaktywności IgE może być to, że LTP brokułów jest niedostatecznie reprezentowany w systemie badań in vitro, co skutkuje fałszywie ujemnymi wynikami [18].

Kapusta warzywna odmiana brukselska

Gatunek kapusta warzywna odmiana brukselska, *Brassica oleracea* var. *Brussels sprouts*. Kod wyciągu alergenów: Bra o. popularnie zwana brukselką lub kapustą warzywną brukselską [1]. Brukselka to grupa odmian tego samego gatunku co brokuły, kapusta, kapusta włoska, jarmuż i kalarepa (należą do rodziny Brassicaceae; stara nazwa *Cruciferae*). Ponoć brukselka była uprawiana w XVI-wiecznej Belgii. Jej małe główki kapusty są bogate w witaminy A i C i są dość dobrym źródłem żelaza. Nie scharakteryzowano jeszcze alergenów z tej rośliny. Białko przenoszące lipidy zostało wyizolowane od bliskiego członka rodziny, brokułów, co sugeruje, że brukselka może zawierać LTP [12]. Zostało to poparte badaniem, które wykazało reaktywność krzyżową między kapustą, brokułami, kalafiorem, gorczycą, rzepakiem i rzepą. Możliwa jest reaktywność krzyżowa między brukselką a innymi roślinami zawierającymi LTP.

Spożywanie brukselki może prowadzić do reakcji alergicznych również z powodu toksycznego związku zwanego sinigriną. Kiedy brukselka

się psuje, sinigrina rozkłada się na izotiocyjanian allilu, który może powodować reakcje alergiczne, takie jak swędzenie, pokrzywka i trudności w oddychaniu [14].

Kapusta warzywna odmiana głowiasta

Gatunek kapusta warzywna odmiana głowiasta, *Brassica oleracea* var. *capitata* L. Kod ekstraktu pokarmowego kapusty dla IgE: f216. Kod wyciągu alergenów: Bra o. Popularnie nazywana kapustą głowiastą [1,3] Coraz częściej zgłasza się alergię pokarmową IgE-zależnych na członków rodziny *Brassicaceae*. Scharakteryzowano alergię na kapustę i kapustę. *Brassica oleracea* var. *capitata* oraz jej główne alergeny [7]. W badaniu prospektywnym wzięło udział 17 pacjentów uczulonych na kapustę oraz osoby z grupy kontrolnej. Przeprowadzono PTS i podwójnie ślepą próbę, kontrolowanej placebo prowokacji pokarmowej (PSKPPP). Główny alergen wyizolowano z kapusty za pomocą RP-HPLC i scharakteryzowano za pomocą sekwencjonowania N-końcowych aminokwasów oraz analizy spektrometrii mas. Wykonano oznaczenia sIgE i testy hamowania CAP [4]. PTS i sIgE były dodatnie dla kapusty u wszystkich pacjentów. Pięciu z nich zgłosiło reakcje anafilaktyczne podczas jedzenia kapusty, a u kolejnych 5 pacjentów alergię na kapustę została potwierdzona przez PSKPPP. Większość z nich wykazywała związane z tym uczulenie na pyłki bylicy, gorczycę i brzoskwinię. Białko wiążące IgE z kapustą o 9 kd, Bra o 3, zostało zidentyfikowane jako białko przenoszące lipidy (LTP) z 50% tożsamością do brzoskwiniowego LTP Pru p 3. PTS z Bra o 3 wykazał pozytywne wyniki w 12 z 14 przypadków (86%). W testach hamowania CAP Bra o 3 zdołał znacząco zahamować wiązanie IgE z kapustą, pyłkiem bylicy pospolitej i brzoskwinią. Zarówno Bra o 3, jak i Pru p 3 zostały rozpoznane przez IgE z surowic pacjentów [4]. Bra o 3 (LTP z kapusty) jest głównym alergenem w tym pokarmie, reagując krzyżowo z pyłkiem bylicy i innymi pokarmami roślinnymi, takimi jak brzoskwinią [19]. Implikacje kliniczne: Alergia IgE-zależna od kapusty jest potencjalnie ciężkim stanem, który może występować w przypadku innych alergii na pokarmy roślinne i pyłki [5]. W innym przypadku odnotowano anafilaksję u kobiety, u której wystąpił obrzęk twarzy i gardła po spożyciu surówki z białej kapusty przy 2 różnych okazjach. Podwyższony był poziom sIgE przeciwko kapuście. Wykazano reaktywność skóry wobec innych członków rodziny *Brassicaceae*: gorczyca, kalafiora i brokułów. Autorzy sugerują, że alergię na to warzywo jest bardziej powszechna niż sądzono [10].

Kapusta warzywna odmiana jarmuż

Gatunek kapusta warzywna odmiana jarmuż, *Brassica oleracea* var. *palmiformia*. Kod alergenowy: Bra o. Znany jest bio-jarmuż *Lacinato* z Toskanii "Cavolo Nero" [5]. Jarmuż ma wiele korzyści zdrowotnych, ale może nie być właściwym wyborem dla każdego.

Osoby z alergią na warzywa kapustne powinny unikać jarmużu, gdyż może powodować niestrawność u niektórych osób i większe ryzyko wystąpienia kamieni nerkowych.

Mocna odmiana, która jest bardzo dekoracyjna bywa używana na wiele sposobów [1]. Przedstawiono przypadek 26-letniej kobiety z alergią na pyłki traw, brzoskwinie, melon i arbuza w postaci nieżyty błony śluzowej nosa i spojówek oraz astmy oskrzelowej. Zgłaszała pokrzywkę i świąd dłoniowo-podeszwy w 10 minut po zjedzeniu sałatki z jarmużu z orzechami włoskimi, żurawiną i kozim serem. Objawy ustąpiły 1 godzinę po podaniu dekschlorfeniraminy. Ten jarmuż spożyła po raz pierwszy i nigdy nie jadła go od tamtej pory. Jednak pozostałe składniki ponownie spożyła, bez objawów. Tolerowała *Brassicaceae* (brokuły i kalafior), ale nie spożywała kapusty, gorczycy ani brukselki. Charakterystyczny jest tytuł doniesienia o tym rodzaju uczulenia: Alergia na jarmuż: nowy członek w zespole LTP [14]. Zważywszy na fakt, że to pierwszy opisany przypadek można spodziewać się dalszych, szczególnie u pacjentów z objawami choroby alergicznej zależnej od nsLTP, związanej obecnie głównie z innymi źródłami.

Kapusta warzywna odmiana kalafior

Gatunek kapusta warzywna odmiana kalafior (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) Kod alergenu: Bra o. Kalafior: Nadrząd różopodobne Rząd kapustowce, Rodzina kapustowate. Synonimy: *Brassica cretica* subsp. *botrytis* (L.) [7]. Kalafior zaliczany jest do cenniejszych warzyw z uwagi na swój skład chemiczny, a także walory smakowe i dietetyczne. Zawiera m.in.: sód, potas, magnez, wapń, mangan, żelazo, miedź, cynk, fosfor, fluor, chlor, jod, karoteny, witaminy: K, B1, B2, B6, C; kwasy: nikotynowy i pantoteny. Poza tym w skład kalafiora wchodzi olejki eteryczne. Kalafior jest jednym z warzyw, które u niektórych osób mogą powodować reakcje alergiczne. Choć alergią jest rzadka, należy uważać na typowe objawy skórne i jelitowe. W rejestrze anafilaksji krajów niemieckojęzycznych dane dotyczące reakcji anafilaktycznych do 2010 r. zarejestrowano łącznie 2 114 przypadków anafilaktycznych, z czego 399 było spowodowanych przez żywność, a dokładniej 34 przez warzywa (n = 34). Jednak tylko jedna reakcja anafilaktyczna została zarejestrowana jako spowodowana przez przedstawiciela rodziny kapustowatych (kalafior). W tym przypadku u 12-letniego chłopca rozwinęła się pokrzywka, duszność i obniżenie ciśnienia krwi po zjedzeniu kalafiora w połączeniu z aktywnością fizyczną. Rejestracja jednej ciężkiej reakcji alergicznej w ciągu 4 lat potwierdza, że anafilaksja pokarmowa związana z kapustą jest rzadka, ale z drugiej strony nie można jej wykluczyć jako takiej [18]. W innym opisie kazuistycznym spożycie kapusty, kalafiora, brokułów, mleka krowiego, cebuli i czekolady przez matkę było istotnie związane z objawami kolki u niemowląt karmionych wyłącznie piersią [9]. Marynowana kapusta (kapusta kiszona) zawiera

ra wysoki poziom histaminy, co może powodować reakcje histaminowe. Astmę zawodową spowodowaną wdychaniem oparów kalafiora i kapusty stwierdzono u 41-letniej kobiety. Doświadczyla nawracających epizodów swędzenia oczu i nosa, kichania, łzawienia z nosa, łzawienia, suchego kaszlu, ucisku w klatce piersiowej i duszności w ciągu kilku minut po wdychaniu oparów kalafiora i kapusty w kuchni hotelowej. Wcześniej zgłosiła również ostry epizod uogólnionej pokrzywki oraz obrzęku naczynioruchowego twarzy i jamy ustnej i gardła 6 godzin po zjedzeniu kapusty. SPT był dodatni dla surowego i duszonego kalafiora, kapusty i rzodkiewki, a ujemny dla rzepy, brukselki, gorczycy, rzeżuchy i brokułów. Testy na przeciwciała IgE były dodatnie dla kapusty, brukselki, brokułów, kalafiora i rzepaku, a negatywne dla gorczycy. Naturalna próba prowokacyjna inhalacyjna dla gotującego się kalafiora była dodatnia [13].

Kapusta warzywna odmiana kalarepa

Gatunek kapusta warzywna odmiana kalarepa, *Brassica oleracea* var. *gongylodes* L. Kod alergenu: Bra o. Kalarepa to odmiana kapusty warzywnej [7]. Jest to roślina dwuletnia należąca do rodziny kapustowatych. Ciekawostką jest, że kalarepa w ogóle nie rośnie dziko. Z kulinarnego punktu widzenia jest traktowana jako łodygowa roślina sałatkowa. Spożywa się ją przede wszystkim na surowo. Kalarepa jest niskokaloryczna (ok. 30 kcal/100g) i obfituje w różne składniki odżywcze. Znajdują się w niej przede wszystkim witaminy (głównie z grupy B oraz witamina C) oraz minerały (wapń, magnez, sód, potas, cynk) [1]. Do standardowej diagnostyki dostępny jest ekstrakt alergenów kalarepy, sklasyfikowany jako alergen nr f163 [8]. Nie ma co prawda opisanej żadnej molekuly alergenu tego warzywa, ale nie znaczy to, że nie mamy żadnych podejrzeń co do charakteru „kalarepowych” alergenów. W zrozumieniu istoty uczulenia na kalarepę na pewno pomoże nam świadomość, że kalarepa to roślina kapustowata. Do tej grupy należą też, m.in. kapusta, kalafior, brokuł czy rzodkiewka [5].

Kapusta gorczyca biała

Gatunek kapusta gorczyca biała *Brassicales*: *Sinapis alba*/ ang. Yellow mustard). Kod wyciągu alergenów: Sin a 2. Nazwa biochemiczna: 2S albumina: MW(SDS-PAGE): 14 kDa [8]. Nastąpiła poprawa charakterystyki profilu alergicznego nasion gorczycy żółtej poprzez zgłoszenie identyfikacji i charakterystyki biochemicznej globuliny 11S jako nowego głównego alergenu. Białka nasion gorczycy rozdzielono za pomocą chromatografii jonowymiennej oraz specjalnej elektroforezy w żelu poliakrylamidowym. Testy wiązania IgE przeprowadzono z 13 próbkami surowicy od pacjentów z alergią na musztardę w testach immunoblottingu i enzymatycznego hamowania immunosorbentów. Białko o masie 51 kDa zostało uznane przez pacjentów uczulonych na gorczycę za główny alergen i nazwane Sin a 2. N-końcowy koniec i wewnętrzne sekwencje



aminokwasów pozwoliły na identyfikację nowego alergenu jako globuliny 11S magazynującej nasiona należącej do superrodziny Cupin. Oczyszczony alergen był w stanie zahamować wiązanie IgE surowicy u pacjentów uczulonych z ekstraktem z nasion gorczycy w 55% odpowiedzi. Stanowi nowy główny alergen nasion gorczycy [20]. Ostrość gorczycy rozwija się po dodaniu zimnej wody do zmielonych nasion - enzym (miroyzna) działa na glikozyd (sinigryna), wytwarzając związek siarki. Reakcja trwa 10 - 15 minut. Mieszanie z gorącą wodą lub octem lub dodawanie soli hamuje enzym i wytwarza łagodną gorzką musztardę

Alergie pokarmowe są poważnym problemem zdrowotnym na całym świecie. Nowoczesne techniki hodowlane, takie jak edycja genomu za pomocą CRISPR/Cas9, mogą potencjalnie złagodzić ten problem poprzez ukierunkowanie na alergeny w roślinach. Badanie to dotyczyło głównego alergenu Bra j I, białka magazynującego nasiona klasy albumin 2S, w gorczycy brunatnej (*Brassica juncea*). Immunoblotting z wykorzystaniem nowo opracowanych przeciwciał specyficznych dla Bra j I ujawnił, że ilość białka Bra j I jest zmniejszona lub nieobecna w ekstraktach nasion wybranych linii. Usunięcie czynnika alergennego z gorczycy jest ważnym pierwszym krokiem w kierunku opracowania bezpieczniejszych upraw żywności [11,21].

Kapusta sitowata

Gatunek kapusta sitowata (synonim: gorczyca sarepska, g. modra) *Brassica juncea* var *juncea*. Kod wyciągu alergenów: Bra j. Z nasion tej gorczycy wytwarza się olej. Wykorzystywana jest także do produkcji musztardy. W Chinach spożywana bywa jako warzywo [19]. Nadwrażliwość na musztardę powinna być rutynowo badana u pacjentów z idiopatyczną anafilaksją w celu zapewnienia bezpieczeństwa pacjentom z alergią [20]. Chociaż alergią na nasiona gorczycy była często zgłaszana w ciągu ostatnich 20 lat, dotychczas zidentyfikowano tylko 2 alergeny, Sin a 1 i Bra j 1 [8].

Kapusta właściwa

Gatunek kapusta właściwa *Brassica rapa* (synonim rzepa, brzoskiew). Kod wyciągu alergenów: Bra r. [19] Rzepa – podgatunek kapusty właściwej (*Brassica rapa* L. subsp. *campestris*), charakteryzuje się mnogością odmian i ma niską wartość energetyczną (28 kcal/100 g). Nie wyróżnia się wyższą zawartością którejkolwiek z makro lub mikroelementów w porównaniu z innymi warzywami korzeniowymi. Zawiera antocyjany pelargonidyna i cyjanidyna. W przypadku ich braku korzeń jest biały [5]. Podobnie jak inne warzywa korzeniowe, rzepa jest również bogata w związki zwiększające potencjał przeciwutleniający rośliny, takie jak fenole i flawonoidy. Badania japońskie wykazały, że doustne podawanie ekstraktu z *Brassica rapa* L., znanego w Japonii jako Nozawana, zmienia odpowiedź immunologiczną i skład mikroflory jelitowej, zwiększając liczbę bakterii wytwarzających maślan [21].

Kapusta rzepak

Gatunek kapusta rzepak *Brassica napu*. Kod wyciągu alergenów: Bra n [19]. Albuminy 2S rzepiku i rzepaku są nowymi alergenami u dzieci z AZS z podejrzeniem alergii pokarmowej. Niedawno odkryto, że 11% (206/1887) tych dzieci miało PTS (+) na nasiona rzepaku (*Brassica napus*) i/lub rzepiku (*Brassica rapa*). W badaniu kliniczno-kontrolnym zbadano, w jaki sposób dzieci z AZS uczulone na rzepak i rzepik były karmione piersią i czy miały jakiś wspólny wzorzec uczulenia na niektóre pokarmy lub pyłki. Łącznie przebadano 64 dzieci z AZS PTS (+) na rzepik lub rzepak (>lub=5 mm). 64 cztery dzieci w tym samym wieku i płci z AZS i ujemnymi PTS służyły jako grupa kontrolna. Uczulone dzieci z rzepiku i/lub rzepaku z AZS miały istotnie częściej PTS (+) i sIgE na różne pokarmy (mleko krowie, jaja, pszenica, gorczyca; $p < 0,01$) oraz pyłki (brzoza, tymotka, bylica pospolita; $p < 0,01$) niż dzieci z grupy kontrolnej i częściej występowała u nich astma (36%) i alergiczny nieżyt nosa (44%). Dzieci z AZS uczulone na rzepak i rzepik miały wysoką częstość związanych z tym uczuleń na wszystkie pokarmy i pyłki [15]. Klony cDNA kodujące dwie izoformy alergenu z pyłku trawy bermudzkiej (*Cynodon dactylon*) zostały wyizolowane przy użyciu IgE od pacjentów alergicznych. Alergen ten, wstępnie oznaczony jako Cyn d 7, zawiera dwie domeny wiążące wapń i wykazuje znaczące podobieństwo sekwencji z innymi alergenami pyłku wiążącymi Ca²⁺, a mianowicie Bet v 4 z brzozy i Bra r 1 z rzepaku. Około 10% badanych surowic alergicznych wykazało reaktywność IgE na ten alergen. Zaobserwowano jego reaktywność krzyżową IgE z Bra r 1 rzepaku. Reaktywność IgE tego alergenu wymaga związanego z białkami Ca²⁺. Cyn d 7 został zidentyfikowany jako białko 12 kDa [22].

Olej rzepakowy z nowych odmian pozbawionych genetycznie kwasu erukowego i glukozydnolainów jest promowany jako najzdrowszy olej jadalny na rynku, ze względu na niską zawartość tłuszczów nasyconych i wysoką zawartość jednonasyconych kwasów tłuszczowych.

Jednak obecność uczulających białek w tym oleju spożywczym może wywołać reakcję i prowadzić do alergii na olej rzepakowy. Chociaż jest to rzadkie, objawy alergii na olej rzepakowy mogą wahać się od łagodnych do ciężkich [20].

Pieprzyc siewna - rzeżucha

Gatunek Pieprzyc siewna (*Lepidium sativum*) jest rośliną jednoroczną, która należy do rodziny kapustowatych. Nazwa ta nie jest jednak używana a roślina ta nosi u nas nazwy: Rzeżucha vel Rzeżucha ogrodowa vel Rzeżucha siewna. Rzeżucha łąkowa jest rośliną leczniczą o bardzo bogatym składzie. Zawiera spore ilości witaminy C, ale również A, B, E, K, PP, a także żelazo, sole mineralne i duże ilości siarki co sprawia, że wydziela intensywny, specyficzny zapach. Jest bogatym źródłem łatwo przyswajalnego jodu. Wykazuje silne działanie moczopędne,

przy czym usuwa spore ilości toksyn z organizmu i obniża poziom cukru we krwi. Zawiera sporo chromu, dzięki czemu poprawia pracę układu trawiennego wspomagając odchudzanie, zwiększa wydolność trzustki, dezynfekuje jamę ustną oraz drogi moczowe. Podejmowano obiecujące badania doświadczalne nad wpływem Pieprzycy na rozkurcz oskrzeli w mysim modelu astmy [23].

Miód pszczele zebrany z warzyw

W próbkach miodu z Estonii (geograficznie niedaleko naszych granic) zidentyfikowano ponad 120 rodzajów pyłków. Wyniki pokazały, że wśród próbek najliczniejsze były typy pyłków *Rosaceae*, *Brassicaceae*, *Salix* i *Trifolium*. Pyłki *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fagopyrum esculentum*, *Frangula alnus* i *Calluna* były obecne w ponad 25% próbek. Typowy estoński miód jest wielokwiatowy, średnia liczba gatunków to 13 taksonów na próbkę. W okresie badania zaobserwowano zmiany polegające na tym, że zmniejszył się odsetek pyłków *Rosaceae* i *Calluna*, podczas gdy proporcje ziaren pyłku *Brassicaceae* i *Salix* wykazały wzrost. Zawartość ziaren pyłku na gram miodu waha się od 100 do 700 000. Obecne informacje dostarczają nowych informacji na temat składu pyłku estońskiego miodu i mogą być wykorzystane do opracowania standardów analitycznych dotyczących zawartości pyłku w estońskim miodzie [24]. Powyższe wiarygodne doniesienie sugeruje możliwą alergię na miody bogate w pyłek roślin u osób z reakcjami pyłkowo-pokarmowymi wobec warzyw.

Podsumowanie alergii atopowych na warzywa kapustne

Wiele nowych dla nas pokarmów zawiera „stare” czyli wcześniej znane molekuly alergenowe, co może skutkować anafilaksją już po pierwszym spożyciu. Niektóre molekuly, dopiero co wykryte w poszczególnych źródłach, np. rzemieńce są homologami znanych już komponent uczulających. Wiele staro-nowych pokarmów, w tym warzywnie ma określonego składu alergenów. Jednak per analogiam możemy podejrzewać molekuly z najbliższych botanicznie odmian ze sporym prawdopodobieństwem.

Alergie kontaktowe na hapteny zawarte w wielu warzywach w tym z rodzaju kapusta

Alergia kontaktowa, w tym na warzywa staro-nowe, może prowadzić do objawów FPIES i innych zaburzeń układu pokarmowego oraz skóry. Zwracanie uwagi na skargi naszych pacjentów ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia I oraz IV typu zapalenia alergicznego. Dobrym przykładem są natychmiastowe lub opóźnione kontaktowe reakcje skórne (ICSR), które objawiają się zespołem pokrzywki kontaktowej (CUS), pokrzywką kontaktową (CU) i białkowym kontaktowym zapaleniem skóry (PCD). Jednostki te charakteryzują się natychmiastowym rozwojem swędzących zaostrzeń, bąbli i/lub zapalenia skóry. Wszystkie stany pojawiają się zwy-

kle w ciągu kilku minut od kontaktu z różnymi substancjami [25].

Termin ogólnoustrojowe kontaktowe zapalenie skóry jest używany do opisanego zapalenia skóry u osób z wrażliwością na kontakt, które są narażone na hapteny doustnie, doodbytniczo, przezskórnice, dożylnie lub wziewnie. Dobrze znanymi przykładami są wykwity wypryskowe obserwowane po lekach, które zostały podane osobom z wrażliwością kontaktową na konkretny lek. Inne przyczyny obejmują spożycie metali rtęci, niklu, kobaltu i chromu oraz alergenów roślinnych, takich jak laktony seskwiterpenowe. Typowymi objawami klinicznymi są reakcje zaostrzenia przebiegu zapalenia skóry lub wcześniej dodatnich miejsc testu płatkowego, rozległe zapalenie skóry, pęcherzykowe zapalenie dłoni i (lub) podeszwowe zapalenie skóry oraz zgjęciowe zapalenie skóry. Zgłaszano pokrzywkę kontaktową z kapusty. Przeciwciała IgE i dodatnie testy skórne na kapustę stwierdzono również w przypadkach pokrzywki kontaktowej oraz u dorosłych pacjentów z natychmiastowymi objawami po spożyciu warzyw. Układowe kontaktowe zapalenie skóry występuje rzadko w porównaniu z innymi rodzajami kontaktowego zapalenia skóry [26]. Z tym ostatnim zdaniem zespołu Veien nie mogę się w pełni zgodzić, gdyż w Centrum Alergologii w Łodzi przypadki takie są spotykane i skutecznie leczone coraz częściej.

Nowe nadzieje związane z kiszoną kapustą

Niektóre kraje o bardzo niskim wskaźniku śmiertelności z powodu SARS-CoV-2, takie jak Azja Wschodnia, Europa Środkowa czy Bałkany, mają wspólną cechę spożywania dużych ilości sfermentowanej żywności. Chociaż istnieją błędy systematyczne podczas badania ekologicznego, sfermentowane warzywa lub kapusta były związane z niską śmiertelnością w krajach europejskich. SARS-CoV-2 wiąże się ze swoim receptorem, enzymem konwertującym angiotensynę 2 (ACE2). W wyniku wiązania SARS-CoV-2 regulacja ACE2 nasila przez receptor angiotensyny II typu 1 (AT1 R) oś związaną ze stresem oksydacyjnym. Prowadzi to do insulinooporności, a także uszkodzenia płuc i śródbłonna, dwóch poważnych skutków COVID-19. Czynniki jądrowe (pochodzący z erytroidu 2)-podobny do 2 (Nrf2) jest najsilniejszym przeciwutleniaczem u ludzi i może blokować w szczególności AT1 oś R. Kapusta zawiera prekursor sulforafanu, najbardziej aktywnego naturalnego aktywatora Nrf2. Sfermentowane warzywa zawierają wiele pałeczek kwasu mlekowego, które są również silnymi aktywatorami Nrf2. Trzy przykłady to: kimchi w Korei, zachodnie jedzenie i paradoks slumów. Sugeruje się, że kiszona kapusta jest dowodem na słuszność koncepcji manipulacji dietetycznych, które mogą wzmacniać działanie przeciwutleniające związane z Nrf2, pomocne w łagodzeniu ciężkości COVID-19 [27].

Prace nadesłano
15.11.2023

Zaakceptowano do
druku 25.11.2023

Konflikt interesów nie występuje.
Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

Adres autora: Centrum
Alergologii Sp. z o.o. w Łodzi
ul. M. Kopernika 67/69 email:
buczyko@centrum-alergologii.
lodz.pl