



Alergia na cytrusy

Citrus allergy

SUMMARY

Citrus fruit allergens can cause both food, contact and inhalation allergies. Several allergens of the genus Citrus have been identified and characterized, which belong to germin-like proteins (GLPs), profilins, and non-specific lipid transfer proteins (nsLTPs), and gibberellin-like proteins (GRP) and isoflavone reductase (IFR). Type I and type IV cross-reactions between molecules of citrus and other sources are described. Similarities of allergies to citrus and domestic fruits/vegetables are highlighted.

Alergeny owoców cytrusowych mogą być przyczyną zarówno alergii pokarmowej, kontaktowej, jak i wziewnej. Zidentyfikowano i scharakteryzowano kilka alergenów w rodzaju Citrus, które należą do białek podobnych do germiny (GLP), profilin i niespecyficznych białek transferu lipidów (nsLTP) oraz białek podobnych do gibereliny (GRP) i izoflawonowej reduktazy (IFR). Opisano reakcje krzyżowe typu I oraz typu IV pomiędzy molekułami cytrusów i innych źródeł. Podkreślono podobieństwa alergii na cytrusy i owoce/warzywa krajowe.

Buczylko K.: Alergia na cytrusy. Alergia, 2024, 2; 37-41

Wstęp

Alergie na owoce objawiają się różnorodnymi objawami klinicznymi, począwszy od miejscowych alergii skórnych i lokalnego zespołu alergii jamy ustnej, a skończywszy na możliwości wystąpienia anafilaksji. W kompleksowym przeglądzie Krikeerati i wsp. [1] przeprowadzono systematyczne przeszukiwanie literatury obejmujące lata 2009-2023, z uwzględnieniem potencjalnych błędów analitycznych, aby zapewnić globalny przegląd częstości występowania alergii na owoce, w tym cytrusowe. Ich smak oraz olejki eteryczne są szeroko wykorzystywane w gastronomii i kosmetykach. Zwraca to uwagę na możliwość alergii pokarmowych typu I jak i kontaktowych typu IV. Określenie owoce cytrusowe obejmuje między innymi: cytryny (*Citrus limon*), grapefruit (*C. paradisi*), klementynki (*C. clementina*), kumkwaty (*Fortunella margarita*), limonki (*C. aurantiifolia*), mandarynki (*C. reticulata*), pomarańcze (*C. sinensis*), pomelo (*C. grandis*). Poza ryzykiem uczuleń wykazują one działanie przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne, przeciwzapalne i przeciwnowotworowe. Są także źródłem wielu składników odżywczych: witamin z grupy B oraz witamin E i A, minerałów jak potas, fosfor, wapń, magnez i żelazo oraz antyoksydantów [2].

Epidemiologia alergii na cytrusy

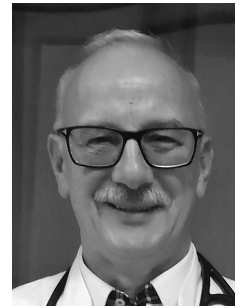
Stwierdzono istotny odsetek uczulenia (39%) na owoce cytrusowe u zrekrutowanych pacjentów uczulonych na pyłek roślin, a u wszystkich z nich mechanizm IgE-zależny został potwierdzony pozytywną odpowiedzią na PTS (test nakłucia skóry) [3]. Wg innych źródeł cytrusy, które najczęściej uczulają to pomarańcze (0,45 proc. dzieci). Odnotowano występowanie alergii również na mandarynki i grejpfruty [4]. Kumar i in. [wg 5]

opisali niższy odsetek (9,2%) uczulenia na owoce cytrusowe u 216 indyjskich dzieci i dorosłych dotkniętych astmą. W Europie spośród 200 dzieci i dorosłych z alergią na pyłki, 7 (3,5%) wykazywało działania niepożądane na owoc cytrusowy (pomarańcza, mandarynka [5].

W kontekście alergii IgE niezależnych w rodzinie cytrusów zidentyfikowano kilka haptenu, z których głównym jest limonen, ale nie zidentyfikowano godnej uwagi reaktywności krzyżowej. Opisano jednak przypadek kontaktowego zapalenia skóry z białkami owocowymi, wykazujący uczulenie na inne owoce, takie jak kiwi, awokado, ananas i jabłko. Istnieje kilka cząsteczek odpowiedzialnych za reakcje fototoksyczne i należących głównie do rodzin kumaryn i furokumaryn. Reakcje związane ze spożyciem owocu lub wdychaniem pyłku z drzewa wydają się być rzadkie [4]. W niedawno rozpoczętych badaniach w Centrum Alergologii w Łodzi Jadwiga Antoniak stwierdziła wśród 52 dzieci z objawami alergii pyłkowej i/lub atopowego zapalenia skóry częste występowanie uczulenia na owoce i orzechy w tym: owoc kiwi 5/52 = 9,61%, banan 4/52 = 7,62%, cytrusy 5/52 = 9,61%, w tym: pomarańcze 3/52 = 5,76%, mandarynki 2/52 = 3,84% [informacja osobista].

Etiologia alergii typu I na cytrusy - molekuly alergenowe

Zidentyfikowano i scharakteryzowano kilka alergenów, które należą do białek podobnych do germiny (GLP), profilin i niespecyficznych białek transferu lipidów (nsLTP) oraz białek podobnych do gibereliny i IF (Izoflawonowej reduktazy). Należy rozwikłać strukturę białka i jego właściwości oraz efekt macierzy w pierwotnym źródle alergizującym, aby zrozumieć, dlaczego pomimo wszechobecności rodziny białek w roślinach



Prof. dr hab. n. med.
Krzysztof Buczyłko

Państwowa Akademia
Nauk Stosowanych
Wrocław, Wydział Nauk o Zdrowiu

Słowa kluczowe:
owoce cytrusowe,
alergia pokarmowa,
reakcja atopowa
i kontaktowa

Key words:
citrus fruits, food
allergy, atopic and
contact reaction

nach, tylko nieliczni członkowie są w stanie uczulić pacjentów [6].

Roślinne peptydy przeciwdrobnoustrojowe (AMP)

Są one na ogół bogate w reszty cysteiny, które tworzą wiele dwusiarczków. Z kolei dwusiarczki krzyżowo usztywnione AMP jako peptydy bogate w cystynę, nadając im wyjątkowo wysoką stabilność chemiczną, termiczną i proteolityczną. Bogate w cystynę lub powszechnie znane jako peptydy bogate w cysteinę (CRP) roślinnych AMP są klasyfikowane do rodzin w oparciu o ich podobieństwo sekwencji, motywy cysteiny, które określają ich charakterystyczne wzory wiązań dwusiarczkowych i fałd struktury trzeciorzędowej. Rodziny AMP roślin bogatych w cystynę obejmują: tioniny (PR-13), defensyny (PR-12) peptydy heweinowe, peptydy typu węzłowego (liniowe i cykliczne), białka transferu lipidów, α -harpininy i rodziny snakin/GASA [7].

Niespecyficzne białka transportujące lipidy (nsLTP)

Alergeny z owoców Różowatych (jabłko, morela, wiśnia, brzoskwinia, gruszka, śliwka) i Rutowatych (cytryna, grejpfrut, mandarynka, pomarańcza), zostały dogłębnie zbadane ze względu na występowanie białka transferu lipidów (LTP) zarówno w skórce, jak i mięszu owoców. Nieswoisty LTP (nsLTP) składa się z wydzielanych białek, które gromadzą się w ścianach komórkowych podczas procesu dojrzewania owoców [6].

Część osób z alergią na LTP będzie odczuwać niepokojące objawy alergii po kontakcie skóry ze skórką cytrusów [8]. LTP są termostabilne i taki owoc nawet długo pieczony w wysokiej temperaturze nadal będzie wywoływać objawy alergii.

Niektóre osoby z alergią na nsLTP mogą jednak spożywać cytrusy, ale po obraniu ich ze skórki. Wynika to z faktu, iż uczulające białka znajdują się głównie w skórce [9].

Wykazano, że molekuły rodziny alergenów LTP są zaangażowane w alergię na pomarańczę, wykazując pozytywne wyniki testów in vivo i in vitro u 30-50% badanych. Co więcej, zarówno alergeny pomarańczy, jak i cytryny wykazywały reaktywność krzyżową z głównym brzoskwiniowym alergenem LTP Pru p 3: rekombinowana izoforma pomarańczy (rCit s 3) wykazywała 67% identyczność sekwencji z rPru p 3 brzoskwini [5]. Patrz Tabela 1.

Białko regulowane gibereliną (GRP)

GRP to klasa hormonów stabilnych termicznie syntetyzowanych przez rośliny w odpowiedzi na różne etapy ich wzrostu i rozwoju. Wyrażają się zarówno w mięszu, jak i skórce owoców, przy czym szczególnie zauważalna jest obecność w owocach takich jak brzoskwinia, cytryny, morela, wiśnia i granat [Dramburg wg 5]. Około 10 lat temu po raz pierwszy wykazano, że rodzina białek GRB zawiera proteiny uczulające. Najpierw wykryto je w brzoskwini, Pru p 7. Alergen ten nie został wcześniej wykryty, ponieważ jego właściwości fizykochemiczne pokrywają się z właściwościami białka przenoszącego lipidy (LTP), dobrze znanego alergologom i biochemikom, lub dlatego, że ekspozycja na GRP wzrosła z powodu wzrostu poziomu gibereliny, jako fithormonu w pokarmie roślinnym, egzogennym lub endogennym [10].

Gibereliny to białka zależne od czynnika wzrostu i rozwoju [6]. Białko to znajduje się zarówno w skórce, jak i w mięszu i powoduje ciężkie reakcje alergiczne. Cechą charakterystyczną jest obrzęk powiek występujący po zjedzeniu cytrusów. Jest

1

Tab.

Zestawienie najważniejszych molekuł alergenowych pomarańczy Cit s (oprac. K. Buczyńko 2024 wg 4,5,11)

Kod alergenu pomarańczy	Charakterystyka biochemiczna	Orientacyjna charakterystyka alergologiczna
Cit s 1, Cit s 1.0101	Germina, białka podobne do germin (GLPs) Nośnik CCD	Białko (GLP) wysoce termostabilne, duże ryzyko alergiczne
Cit s 2, Cit s 2.0101	Profilina - białko wiążące aktyne	Powszechnie występuje, rzadko uczula.
Cit s 3, Cit s 3.0101, 3.0102	nsLTP- białko transportujące lipidy, nadrodzina prolamin	Groźne białka ziaren, zbóż, orzechów, pestek, owoców.
Cit s 7, Cit s 7.0101	GRP- białko podobne do gibereliny	Wysoce termostabilny alergen, duże ryzyko
Cit s IFR	IFR - Izoflawonowa reduktaza	Homolog Bet v 6 brzozy, ryzyko OAS



ono odporne na działanie wysokiej temperatury i enzymów trawiennych. Należy całkowicie wyeliminować uczulający owoc z diety [6].

Podobnie jak LTP, GRP są małymi białkami kationowymi z mostkami dwusiarczkowymi, są odporne na ciepło i proteolityczne rozszczepianie i biorą udział w obronie rośliny. Oprócz brzoskwini, alergeny GRP zostały opisane w owocach moreli japońskiej (Pru m 7), czereśni (Pru av 7), pomarańczy (Cit s 7), granatu (Pun g 7), w papryce (Cap a 7), truskawce (Fra a GRP), w pyłku z ograniczeniem do rodziny *Cupressaceae* (Cup s 7, Cry j 7 i Jun a 7) [10].

Białka podobne do germin (GLPs)

Germino-podobne białka obronne, np. Cit I 1 stanowią dużą i bardzo zróżnicowaną rodzinę wszechobecnych białek roślinnych. Należą do nadrodziny kupin, której nazwa pochodzi od domeny o budowie b-beczulki (z łaciny *cupa* - mała beczulka). Jest to domena konserwatywna ewolucyjnie i zlokalizowana w końcu C tych białek. Składa się ona z dwóch motywów sekwencji aminokwasowych: 1 i 2 opisywanych, jako "germin box". Domena kupin warunkuje wysoką termostabilność białek. Analiza *in silico* ujawniła piętnaście nowych sekwencji należących do GLP (Cit cl 1) [11].

Pominięto w tej analizie profiliny z racji ich często i szeroko objaśnionych właściwości znanych z alergii na owoce krajowe. Należy jednak podkreślić, że białka alergenowe cytrusów mogą uczulać podobnie jak trawy, brzozy, seler i brzoskwinię.

Symptomatologia kliniczna alergii typu I na cytrusy

IgE zależne objawy chorobowe zależne od uczulenia na cytrusy mieszczą się w dobrze znanych łacińskich diagnozach, takich jak: *Anaphylaxis*, *Asthma*, *Conjunctivitis catarrhalis*, *Gastroenteritis*, *Oedema Quincke*, *Pharyngitis (globus pharyngeus)*, *Rhinitis*, *Urticaria* i podobne. Innymi słowy alergeny owoców cytrusowych mogą powodować zarówno alergię pokarmową, kontaktową, jak i wziewną. Mogą pojawić się objawy ze strony układu oddechowego (najczęściej alergiczny nieżyt nosa lub astma, obrzęk górnych dróg oddechowych czy kaszel), zmiany skórne (pokrzywka, obrzęk, rumień), a nawet wstrząs anafilaktyczny ze spadkiem ciśnienia tętniczego zagrażającym życiu [8]. Zróżnicowana manifestacja kliniczna nie ułatwia ustalenia faktycznej przyczyny choroby, o ile nie dowiemy się tego, uważnie wypytyując pacjenta.

Symptomy alergii na cytrusy u dorosłych obejmują: nudności, wymioty, biegunki lub zaparcia, zgagę, bóle brzucha, zaburzenia połykania czy ustny zespół uczuleniowy (UZU ang. OAS), który charakteryzuje się świądem, pieczeniem i obrzękiem warg, języka, podniebienia, a czasem także chrypką [12].

U niemowląt manifestacją alergii pokarmowej na cytrusy jest atopowe zapalenie skóry (AZS) i stol-

ce z domieszką krwi i śluzu. Wysypka, świąd, pieczenie, łzawienie oczu, zwiększona senność po ich spożyciu powinny skłonić rodzica do bacznej obserwacji dziecka.

Lekarz diagnozuje zwykle alergię pokarmową na podstawie bardzo dokładnego wywiadu.

Elementy budujące cytrusy mogą różnie uczulać [5]. Niektóre alergizujące białka jak nsLTP ułożone w skórce cytrusów, stąd reakcje przy kontakcie, a brak reakcji po spożyciu miększu owoców. Reakcje alergiczne mogą wywoływać również nasiona cytrusów, które zawierają termostabilne molekuly homologiczne do innych ziaren i orzechów. Dlatego osoby uczulone na owoce cytrusowe, a także ziarna i orzechy, powinny szczególnie uważać na pestki w lemoniada pomarańczowej, a nawet w rybie pokropionej cytryną.

Silniejsze reakcje alergiczne występują zazwyczaj po spożyciu nasion cytrusów niż ich miększu z cytrusów.

U niektórych pacjentów przyczyną reakcji alergicznych są molekuly pleśni głównie z rodzaju *Penicillium italicum*, *P. digitatum* [13], obecne na długo transportowanych „owocach południowych”.

Ciężkie działania niepożądane mogą czasami wystąpić w związku z kofaktorami. Ponad 60% i do 95% tożsamości sekwencji jest obliczanych między różnymi alergizującymi GRP, a trójwymiarowe modele pokazują rozszczep w cząsteczce i przewidują co najmniej trzy regiony epitopowe.

Gotowanie i pieczenie owoców nie zmniejsza możliwości wywołania silnej reakcji alergicznej [6].

Reakcje krzyżowe pyłkowo-pokarmowe i inne

Reakcje krzyżowe mogą występować pomiędzy pomarańczą i cytryną, a brzoskwinią i pyłkiem tymotki. Dodatkowo pomarańcza reaguje krzyżowo z cyprysem i oliwą.

Grupą pacjentów, którzy szczególnie powinni uważać przy spożywaniu pomarańczy i jej nasion, są osoby z rozpoznana alergią na orzechy nerkowca i orzeszki ziemne.

Badacze udowodnili występowanie reakcji krzyżowej pomiędzy nerkowcami a mięszem i nasionami pomarańczy oraz pomiędzy orzeszkami ziemnymi a nasionami pomarańczy. W tym przypadku spożycie wyciskanego soku z rozgniecionymi pestkami pomarańczy może skończyć się silną reakcją alergiczną. Alergia na cytrusy może być uważana za krzyżową reakcję pokarmową u pacjentów uczulonych na pyłki [3]. Patrz tabela 2.

Alergia typu IV na cytrusy

Główne działania niepożądane o mechanizmie opóźnionym to kontaktowe zapalenie skóry, typ alergiczny i fototoksyczny. Obejmować one mogą, zdaniem autora, zarówno zapalenie skóry i spojówek jak i oparte o mechanizm zapalenia jelit, gardła czy pokrzywki.

Hydroksycytronelal

Reakcje alergiczne mogą wyzwać substancje zapachowe występujące w tych owocach, jak np. hydroksycytronelal, cytral oraz limonen.

Związki te powodują alergiczne kontaktowe zapalenie skóry, niekiedy błędnie klasyfikowane jako atopowe zapalenie skóry [14,15].

Istnieje kilka cząsteczek odpowiedzialnych za reakcje fototoksyczne i należących głównie do rodzin kumaryn i furokumaryn. Reakcje związane ze spożyciem owocu lub wdychaniem pyłku z drzewa wydają się rzadkie. Rosnące rozprzestrzenianie się w Europie zwraca uwagę na możliwe niepożądane reakcje spowodowane kontaktem z tym owocem w przyszłych latach. Dalszą uwagę należy położyć na testy płatkowe i możliwość stosowania ekstraktów alternatywnych do klasycznych mieszanek zapachowych [4].

Hydroksycytronelal znajduje zastosowanie w przemyśle mydlanym, perfumeryjnym, kosmetycznym i aromatyzującym (słodki, różany, świeży kwiatowy, lilia, lipa, kwiat). Hydroksycytronelal występuje naturalnie w oleju lawendowym, pomarańczowym, geranium i trawy cytrynowe [14,15].

Cytral

Cytral uczula ok 3% osób z alergicznym kontaktowym zapaleniem skóry (AKZS).

Częstość pozytywnych reakcji na cytral, geranial i neral wynosi odpowiednio 2,9%, 3,4% i 1,9%. Łącznie cytral i geranial dały 4,2% pozytywnych reakcji na płatkę u kolejnych pacjentów z zapaleniem skóry. U pacjentów z pozytywnymi reakcjami na cytral lub jego skład-

niki 61% reagowało na utleniony geranial. Testy płatkowe z cytralem, jego składnikami lub utlenionym geraniolem wykrywają kontaktowe reakcje alergiczne, których nie wykryto przy użyciu serii wyjściowej. Geranial i neral, choć blisko spokrewnione chemicznie, są uważane za oddzielne hapteny [14]. Cytral, występuje w oleju pomarańczowym, cytrynowym i z melisy lekarskiej [15].

Cytronelol

Cytronelol (cytronellol, dihydrogeranial) alkohol alifatyczny występujący w olejkach eterycznych cytrusów, pelargonii oraz innych roślin. Może występować w "naturalnych" środkach odstraszających owady. Jest stosowany w wytwarzaniu perfum (zapachy: słodki, różany, bzu, geranium) oraz mydeł, żeli pod prysznic, płynów do kąpieli i innych. Cytronelol jest także składnikiem olejków eterycznych, w tym oleju pelargonii pachnącej dodawanego do kosmetyków określanych jako "naturalne", "organiczne" lub "ekologiczne". Jest w żelu: Diclofenac diethylamine Teva. Cytronelol jest w oleju cytrynowym, różanym, z melisy lekarskiej, pomarańczowym [14,15].

Najczęstszym objawem alergii na cytronelol jest alergiczny wyprysk kontaktowy.

Cytronelol jest substancją lotną, może więc powodować wyprysk powietrzno-pochodny. Spożycie cytronelolu może powodować alergiczne zapalenie błon śluzowych jamy ustnej i gardła, a także systemową reaktywację alergicznego wyprysku kontaktowego. Częstość alergii na cytronelol: 0,5% chorych zakwalifikowanych do testów płatkowych z powodu przewlekłego, nawracającego wyprysku [15].

2

Tab.

Totem reakcji krzyżowych cytrusów (Oprac. K. Buczyłko 2024 wg 1, 4, 5, 6, 7, 8)

Molekuła alergenowa	Pomarańcza	Klementynka	Cytryna	Mandarynka	Homologi w innych źródłach
GLP- Białko germinopodobne	Cit s 1 pomarańczy	Cit cl 1 klementynki	Cit l 1 cytryny		Ara t 1 pyłku rzodkiewnika
Profilina- białko wiążące aktynę	Cit s 2 pomarańczy	Cit cl 2 klementynki			Bet v 2 brzozy Phl p 12 traw, Hev b 8 lateksu
Ns LTP- Białko transportujące lipidy	Cit s 3 pomarańczy	Cit cl 3 klementynki	Cit l 3 cytryny	Cit r 3 mandarynki	Api g 2 selera Pru p 3 brzoskwini Sola l 3 pomidora
GRP- białko podobne do gibereliny	Cit s 7 pomarańczy				Pru p 7 brzoskwini Pru m 7 moreli japońskiej
IFR- Izoflawonowa reduktaza	Cit s IFR pomarańczy				Ole e 12 oliwki Bet v 6 brzozy, Lit c IFR liczi



Limonen

Limonen to substancja chemiczna występująca w skórkach owoców cytrusowych. Zidentyfikowano kilka haptenu w rodzinie cytrusów, z których głównym jest limonen, ale nie zidentyfikowano godnej uwagi reaktywności krzyżowej. Opisano przypadek kontaktowego zapalenia skóry z białkami owocowymi, wykazującego uczulenie na inne owoce, takie jak kiwi, awokado, ananas i jabłko [14]. Limonen cytryny stanowi lustrzane odbicie limonenu pomarańczy. Sprawia to, że cytryna pachnie dokładnie odwrotnie do pomarańczy. Limonen uczula kontaktowo. Osoby uczulone na cytrusy powinny uważać na skład kosmetyków, gdyż zawierają one często limonen jako nutę zapachową. Limonen znajduje się w oleju kminkowym i pomarańczowym oraz eukaliptusowym. W oleju eukaliptusowym z występują również terpeny, takie jak cyneol, limonen, α -pinen, γ -terpinen oraz α -terpineol.

Występują rzadziej: nudności, biegunka. Rzadko: trudności w polykaniu, reakcje nadwrażliwości (wysypka, świąd) i reakcje anafilaktyczne, w tym ciężkie reakcje mogące niekiedy stanowić zagrożenie życia, obejmujące obrzęk naczynioruchowy, skurcz oskrzeli [15].

Cyneol

Cyneol, olejek mandarynkowy znajduje się w skórce owocu. Przy okazji warto dodać, że mandarynka to taki pracytrus. Zawartość cyneolu w zależności od warunków wzrostu rośliny może wynosić 30-90 proc. Ze względu na pochodzenie przypisano mu nazwę eukalitol. Po ustaleniu wzoru sumarycznego zmieniono nazwę na 1,8-cyneol. Olejek pomarańczowy otrzymuje się z owoców drzewa pomarańczowego (*Citrus aurantium var. dulcis*). Oprócz działania antyseptycznego wykazuje skuteczne działanie uspokajające. Stosowany jest również jako środek aromatyzujący w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym oraz spożywczym (dodatek do słodyczy i napojów) [16].

Alfa-pinen

Obecny w niektórych odmianach cytrusów oraz w pietruszce, koperku, bazylii, rozmarynie. Najczęściej

spotykany terpen w przyrodzie, alfa-pinen jest również jednym z najczęstszych występujących w konopiach indyjskich i pod każdym względem jednym z najpotężniejszych [14].

Rozpoznawanie alergii na cytrusy

Poza klasyczną diagnostyką w postaci PTS zestawami komercyjnymi większą wagę należy przywiązywać do testów natywnych oraz płatkowych i możliwości stosowania ekstraktów alternatywnych do klasycznych mieszanek zapachowych [4].

Testy płatkowe w diagnostyce alergii na cytrusy wykonujemy identycznie jak w poszukiwaniu przyczyn innych postaci wyprysku. Na przykład hydroxycytronellal znajduje się w zestawie testowym „Mieszanka zapachowa I”, (balsamy, perfumy, mydła); a cytral i cytronellol znajdują się w „Mieszance zapachowej II”. Jeśli test płatkowy okaże się dodatni, należy unikać tych substancji także w kosmetykach [15].

Podsumowanie

Alergia na cytrusy wiąże się zarówno z reakcjami krzyżowymi wobec panalergenów warzyw, ziół, orzechów i innych owoców w miąższu, skórce czy pestkach, ale także z haptenu olejków eterycznych oraz z innymi zagrożeniami (pleśnie). Alergeny występujące w owocach cytrusowych to: białka profiliny (które są zwykle odpowiedzialne za reakcje krzyżowe z pyłkami roślin), niespecyficzne białka transferujące lipidy (nsLTP), germino-podobne białka obronne, odporne na działanie temperatury i enzymów protolitycznych, oraz białka zależne od czynnika wzrostu i rozwoju – gibereliny. Reakcje uczuleniowe mogą wywoływać również substancje zapachowe występujące w tych owocach, jak np. hydroxycytronellal, cytral oraz limonen. Leczenie choroby alergicznej wywołanej cytrusami nie odbiega od powszechnie zalecanych konsensusów i nie różni się od terapii zapaleń wywołanych innymi alergenami. Chorzy z alergią na cytrusy wymagają zbadania zarówno alergii natychmiastowej jak i opóźnionej, aby w pełni zapobiec objawom choroby przez unikanie jej przyczyn, a nie tylko mieć ordynowane leki, oczywiście niezbędne w nagłych zaostrzeniach.

**Prace nadesłano
17.06.2024
Zaakceptowano do
druku 2.07.2024**

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

Piśmiennictwo: 1. Krikeerati T, Rodsawar P, Nawiboonwong J et al. Return to fruit allergy: worldwide prevalence, diagnosis, and ongoing management. *Food*. 2023;12(22):4083. doi: 10.3390/foods12224083 2. Wikipedia dostęp 15.06.2024 3. Iorio RA, Del Duca S, Calamelli E, et al. Citrus allergy from pollen to clinical signs. *PLoS one*. 2013; 8(1):E53680. doi: 10.1371/journal.pone.0053680. EPUB 2013 4 stycznia. PMID: 23308273; PMCID: PMC3537725 4. Alessandrello C, Gammeri L, Sanfilippo S et al. A spotlight on lime: a review about adverse reactions and clinical manifestations due to *Citrus aurantiifolia*. *Clin Mol Allergy* 2021 Jul 24;19(1):12. doi: 10.1186/s12948-021-00152-x 5. Tocmo R, Pena-Fronteras J, Calumba KF et al. Valorization of pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) peel: A review of current utilization, phytochemistry, bioactivities, and mechanisms of action. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020 Jul;19(4):1969-2012. 6. Inomata N, Gibberellin-regulated protein allergy: Clinical features and cross-reactivity. *Allergology International* Vol 69, 1, Jan 2020, 11-18 7. Tam JP, Wang S, Wong KH, Tan WL. Antimicrobial Peptides from Plants. *Pharmaceuticals* (Basel). 2015 Nov 16;8(4):711-57. 8. Karczewska J, Ukleja-Sokolowska N, Bartuzi Z, Alergia na cytrusy, *Alergia Astma Immunologia* 2018, 23 (3): 215-220. 9. Wawrzęńczyk A, K. Napiórkowska-Baran K, A. Wawrzęńczyk AE i in. Panalergeny – źródło alergii pokarmowej, *Alergia Astma Immunologia* 2019, 24 (4): 164-169 10. Iizuka T, Barre A, Rougé P, Charpin D, Scala E, Baudin B, Aizawa T, Sénéchal H, Poncet P. Gibberellin-regulated proteins: Emergent allergens. *Front Allergy*. 2022 Sep 9; 3:877553. doi: 10.3389/falgy.2022.877553 11. Szućko I, Filip E, Slonimska R, Skuza L. Wielofunkcyjne białka germiny i germino-podobne u roślin. *Postępy Biologii Komórki*, 2011,38, 20-23 12. Świerczyńska-Krępa M, Alergia pokarmowa, <https://www.mp.pl/pacjent/alergie/chorobyalergiczne/choroby/57574>, alergia-pokarmowa 13. Wang Ji, Zhou Y., i Zhang H et al. Pathogenesis of allergic diseases and implications for therapeutic interventions. *Review Signal Transduct Target Ther*. 2023 Mar 24;8(1):138. doi: 10.1038/s41392-023-01344-4. 14. Hagvall L, Bruze M, Engfeldt M, Isaksson M, et al. Contact allergy to citral and its constituent's geranial and neral, coupled with reactions to the prehapten and prohapten geraniol. *Contact Dermatitis*. 2020 Jan;82(1):31-38 doi: 10.1111/cod.13404 15. Czarnobilska E, Doryńska A, Kieć-Świerczyńska M i in. Alergia kontaktowa i alergiczny wyprysk kontaktowy, *Mediton Łódź* 2015, 41-43 16. Ciszowski K.: Skutki toksyczne olejków eterycznych i roślinprzyprawowych. W: *Antyodzywczycie i antyzdrowotne aspektyżywienia*. Kolarczyk E. [red.]. Wyd. 1. Wydawnictwo UJ, Kraków 2016, 623–706