

Aerobiologia medyczna

Medical aerobiology

PIOTR RAPIEJKO

Klinika Otolaryngologii, Wojskowy Instytut Medyczny w Warszawie

Streszczenie

Aerobiologia jest działem nauki zajmującym się badaniem cząsteczek biologicznych w powietrzu atmosferycznym. Ziarna pyłku roślin stanowią największą część bioaerozolu znajdującego się w powietrzu. Charakterystyczną cechą schorzeń alergicznych wywołanych przez alergeny pyłku roślin jest sezonowość występowania objawów. Objawy występują tylko w okresie, gdy pyłek danej rośliny występuje w atmosferze w odpowiednim stężeniu. Nasilenie objawów jest ściśle zależne od stopnia ekspozycji. Informacje o stężeniu aeroalergenów pozwalają na właściwą profilaktykę, diagnostykę oraz ocenę skuteczności leczenia. Autor omawia najważniejsze metody pomiaru stężenia aeroalergenów w atmosferze. Znajomość aktualnego i prognozowanego stężenia pyłku roślin pozwala na właściwą profilaktykę poprzez zaplanowanie zajęć tak, aby ekspozycja na alergeny była jak najmniejsza.

Słowa kluczowe: aerobiologia, alergen, alergia, progowe stężenie pyłku

Summary

Aerobiology, in the strict sense, is the science that studies the transportation of biological particles in the atmospheric air. The major aeroallergens include plant pollens. The seasonal character of the symptoms is the distinctive feature of allergic diseases evoked by pollen allergens. The symptoms appear only when pollen count reaches a certain level. The severity of the symptoms is closely connected with the intensity of allergen exposure. Pollen count information helps in proper prophylaxis, diagnosis and evaluation of treatment efficiency. The author discusses methods for determination of the concentration of aeroallergens in the ambient air. The knowledge of the actual and forecasted concentrations of aeroallergens enables human activities to be planned so as to ensure possibly minimum exposures.

Key words: aerobiology, allergen, allergy, threshold pollen count

© Alergia Astma Immunologia, 2006, 11(2): 76-82

www.mediton.pl/aai

Nadesłano: 19.05.2006

Zakwalifikowano do druku: 23.05.2006

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Piotr Rapiejko

Wojskowy Instytut Medyczny, Klinika Otolaryngologii

00-909 Warszawa, ul. Szaserów 128

tel./fax (22) 681-74-79, e-mail: obas@alergen.net

Wstęp

Aerobiologia jest działem nauki zajmującym się badaniem cząsteczek biologicznych w powietrzu atmosferycznym. Ziarna pyłku roślin i zarodniki grzybów mikroskopowych stanowią największą część bioaerozolu znajdującego się w powietrzu. Z uwagi na swoje rozmiary ziarna pyłku roślin i zarodniki grzybów pleśniowych są niewidoczne nieuzbrojonym w mikroskop okiem, stąd konieczne staje się zastosowanie technik umożliwiających ocenę ich stężenia w powietrzu atmosferycznym.

Charakterystyczną cechą schorzeń alergicznych wywołanych przez alergeny pyłku roślin i zarodniki grzybów w naszym klimacie jest sezonowość występowania objawów. Objawy występują tylko w okresie, gdy pyłek danej rośliny lub zarodniki grzybów obecne są w atmosferze w odpowiednio wysokim stężeniu. Nasilenie objawów jest ściśle zależne od stopnia ekspozycji. Informacje o aktualnym i prognozowanym stężeniu alergenów powietrzno-

pochodnych pozwalają na właściwą diagnostykę, profilaktykę oraz ocenę skuteczności leczenia. Prognozy stężenia aeroalergenów umożliwiają też zaplanowanie najkorzystniejszego terminu rozpoczęcia i zakończenia immunoterapii alergenowej swoistej oraz ocenę jej skuteczności. Informacje o stopniu ekspozycji na aeroalergeny pozwalają też na właściwą ocenę skuteczności zastosowanych leków objawowych oraz monitorowanie naturalnego przebiegu choroby alergicznej.

Pyłek roślin i zarodniki grzybów mikroskopowych

Uczulenie wywołuje prawie wyłącznie produkowany w olbrzymich ilościach pyłek roślin wiatropylnych [1,2]. Nadwrażliwość na pyłek roślin owadopylnych należy do rzadkości i dotyczy głównie pracowników szklarni, kwiatarni i ogrodów [1,3,4]. Średnica ziaren pyłku roślin wiatropylnych wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu mikrometrów, co sprawia, że pyłek zawarty we wdychanym powietrzu osadza się głównie na błonie śluzowej nosa [2,5,6].

Poniżej przedstawione są warunki, jakie muszą być spełnione, aby pyłek roślin wywoływał uczulenie u osoby obciążonej atopią [1,2,6]:

1. musi zawierać komponent antygenowy, zdolny do indukowania nadwrażliwości,
2. należeć do rośliny wiatropylnej,
3. być produkowany w olbrzymich ilościach,
4. być dostatecznie lekki, aby był przenoszony na duże odległości,
5. należeć do rośliny występującej powszechnie na danym terenie.

Pierwszy warunek jest szczególnie ważny. Pyłek musi zawierać swoisty komponent wywołujący uczulenie (antygen), który ma możliwość indukowania mediowanej IgE odpowiedzi ustroju (alergen) i wiązania się z przeciwciałami, wywołując objawy kliniczne. Pomimo że liczba gatunków roślin wiatropylnych jest olbrzymia, pyłkowicę wywołują tylko nieliczne. Chociaż w niektórych regionach szeroko występują np. sosny, świerki i pokrzywy, a stężenie ich pyłku w atmosferze osiąga bardzo wysokie wartości do rzadkości należy zaliczyć przypadki uczulenia na alergeny pyłku tych roślin [7,8]. Można to tłumaczyć m.in. niskim poziomem alergogenności ich pyłku.

Materiał uzyskany z wodnej ekstrakcji pyłku dostarcza złożonej mieszaniny protein, barwników, węglowodanów, oraz substancji o niskiej masie cząsteczkowej. Wśród nich są alergeny odpowiedzialne za objawy chorobowe u osób uczulonych. Alergeny pyłku zawarte są w wewnętrznej warstwie ściany (intynie) i cytoplazmie, a wydostają się na zewnątrz przez otwory w ziarnach pyłku [1,2,8]. Gdy pyłek wchodzi w kontakt z powierzchnią śluzówki, antygenowo aktywne proteiny wydostają się na powierzchnię śluzówki. Niektóre z enzymów zawartych w intynie, które są jednymi z pierwszych protein uwalnianych przez ziarno pyłku, mogą umożliwiać alergenom penetrację błony śluzowej [1]. W ziarnach pyłku niektórych gatunków roślin związki będące alergenami opłaszczone są na ziarenkach skrobi wielkości 2-3 μm zawartych w cytoplazmie ziarna pyłku. Po uszkodzeniu pyłku ziarenka skrobi wraz z alergenami mogą unosić się w powietrzu i wnikać do dróg oddechowych [1,2].

Metody monitorowania aeroalergenów

Metody bezpośrednie

Monitorowanie stężenia alergenów w atmosferze oparte jest na metodzie immunologicznej [9,10,11]. Metoda ta znajduje zastosowanie szczególnie w sytuacjach, gdy podejrzewamy, że alergen wydostał się z ziarna pyłku lub zarodników grzybów i unosi się w powietrzu, np. osadzony na cząsteczkach sadzy pochodzących z silników Diesla lub w formie mgły wodnej [1,11].

Metoda polega na analizie immunologicznej ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) lub RAST (ra-

dioallergosorbent test) cząstek osadzonych w urządzeniu filtrującym. Metoda ELISA oparta jest na zdolności przeciwciał do selektywnego tworzenia kompleksów antygen-przeciwciało. Ilość powstałych kompleksów jest miarą ilości przeciwciał i cząsteczek alergenu obecnego w badanej próbce [9,11].

W chwili obecnej (2006 rok) dostępne są 2 typy aparatów do badań stężenia alergenów w atmosferze; aparat wykorzystujący mikrodołki (identyczne z systemem CUP ELISA) oraz aparaty oparte na systemie aparatów wysokoprzepływowych (*Automatic Multi-Vial Cyclone Sampler*), gdzie zanieczyszczenia powietrza w tym alergeny kierowane są na dno specjalnych probówek.

Aparat wyposażony w system mikrodołków umożliwia wykorzystanie do analiz powszechnie dostępne w alergologii aparaty do oznaczeń swoistych przeciwciał IgE. Próbkę alergenu zawartego w badanym powietrzu pobierane są przy pomocy aparatów objętościowych (*volume-tric spore trap*) zasysających 10 litrów powietrza na minutę. Zawarte w badanej objętości powietrza ziarna pyłku, zarodniki oraz alergeny wolno unoszące się w powietrzu (z poza ziaren pyłku) wraz z innymi składnikami powietrza są deponowane w czasie pomiaru w systemie mikrodolków [9,11].

Podstawą oznaczenia jest technika immunoenzymatyczna typu „Sandwicz” z końcowym odczytem absorpcji przy długości fali 450 nm. Fazę stałą stanowi płytka zawierająca 96 mikrodołków opłaszczonych przeciwciałami monoklinalnymi (pochodzenia króliczego) w stosunku do badanego alergenu [9,11]. Ograniczeniem metody są trudnodostępne odczynniki – przeciwciała monoklonalne. Komercyjnie dostępne są jedynie przeciwciała monoklonalne *Alt a 1 (Alternaria alternata)* [9].

Przeciwciało monoklinalne (pochodzenia mysiego) znakowane enzymem – fosfatazą alkaliczną, są swoiste w stosunku do kompleksu przeciwciało monoklinalne królicze – alergen. Substrat p-nitrofenyl w wyniku reakcji enzymatycznej pod wpływem fosfatazy alkalicznej tworzy barwny związek, którego intensywność zabarwienia jest wprost proporcjonalna do stężenia badanego alergenu. Absorpcja jest mierzona w standardowym czytniku ELISA przy długości fali 450 nm [9,11].

Porównawcze badania metod immunologicznych i tradycyjnych metod objętościowych wykazały wysoka korelacje obu metod zarówno w stosunku do pyłku roślin jak i do zarodników pleśni [9,10,11]. Metody immunologiczne z uwagi na bardzo wysokie koszty nie znalazły się, jak dotąd, w powszechnym użyciu. Ograniczeniem, na obecnym poziomie technicznym, jest też brak możliwości badania pełnego spektrum alergenowego. Należy przypuszczać, że metoda immunologiczna w przeciagu kilku lat będzie powszechnie stosowana dla potrzeb alergologii.

Metody pośrednie

Metody pośrednie oparte są na ocenie stężenia ziaren pyłku roślin i spor grzybów jako nośnika (źródła) aeroalergenów w atmosferze. Mają one ugruntowaną historycznie tradycję w aerobiologii medycznej [5,12,13].

W praktyce stosowane są trzy główne grupy aparatów stosowanych do pomiarów stężenia (opadu) aeroalergenów pyłkowych: 1) ssące, 2) uderzeniowe, 3) grawimetryczne.

Wybór miejsca i metody pomiaru zależny jest od celu jaki stawiamy przed badaniami. Umieszczenie aparatu chwytanego na wysokości 20-30 metrów nad poziomem gruntu (zwykle na dachu budynku) pozwala na ocenę średniego stężenia reprezentatywnego dla całej okolicy (dzielnica, miasto) [1,2,3,8]. Niższe usytuowanie aparatu pomiarowego pozwala na uchwycenie nawet niewielkich wahań stężenia pyłku zależnych od lokalnej szaty roślinnej [2,8]. Aparat powinien zostać umieszczony z dala od ścian, kominów ciepłowniczych i innych przedmiotów mogących zaburzać cyrkulację ziaren pyłku. Przy wyborze miejsca pomiarów należy uwzględnić cel i odbiorcę wyników badań [2]. W badaniach prowadzonych dla potrzeb alergologii aparaty umieszcza się zwykle na dachach szpitali lub przychodni ewentualnie na dachach budynków w dużych osiedlach mieszkaniowych. Planując usytuowanie aparatu pomiarowego należy przeanalizować okoliczną szatę roślinną, biorąc pod uwagę bliskie sąsiedztwo okazów roślin mogących wpływać na wyniki badań. Obecność w pobliżu aparatu pomiarowego roślin rzadko występujących na danym terenie powinna być zawsze uwzględniona w opisie miejsca pomiaru.

Aparaty ssące (objętościowe)

Zasysane powietrze kierowane jest w nich na powierzchnię chwytaną. W aparacie Hirsta skonstruowanym w 1952 roku jest nią przezroczysta taśma pokryta lepikiem owinięta na bębnie poruszonym przez mechanizm zegarowy. Aparat zasysa 10 litrów powietrza na minutę (w ciągu doby 14,4 metra sześciennego powietrza). Najczęściej stosowanymi aparatami objętościowymi są aparaty Burkarda i Lanzoniego. Bęben z taśmą lepnią przesuwany jest przez mechanizm zegarowy z szybkością 2 mm na godzinę w pobliżu szczelinowatego otworu wlotowego, co pozwala określić stężenie pyłku precyzyjnie w cyklu dobowym. Jako substancji lepnych najczęściej używa się olejku silikonowego lub wazeliny i parafiny rozpuszczonej w toluenie (co umożliwia po ulotnieniu się toluenu pozostawienie cienkiej warstwy lepnej na powierzchni chwytnej). W celu wybarwienia cytoplazmy ziaren pyłku i łatwiejszej identyfikacji wykorzystuje się barwienie, najczęściej fuksyną zasadową. Preparaty analizowane są w mikroskopie świetlnym przy powiększeniu 400 x dla ziaren pyłku roślin i 600 x dla zarodników grzybów mikroskopowych. Metoda objętościowa przy wykorzystaniu aparatów opartych na konstrukcji Hirsta jest rekomendowana do badań aerobiologicznych [5].

Metody uderzeniowe

Metody uderzeniowe stosowane są powszechnie we Francji i Kanadzie. Elektryczny silnik napędza dwa ramiona, na których znajdują się powierzchnie chwytne w postaci plastikowych lub szklanych pręcików pokrytych powierzchnią lepnią. Znając wielkość powierzchni chwytanych, długość okręgów, jakie zataczają, ilość obrotów na minutę (zwykle kilka tysięcy) oraz czas badania obliczamy objętość powietrza, w jakiej znajdowały się zliczone (przyklejone) ziarna pyłku. Otrzymane wyniki przedstawiane są jako liczba ziaren pyłku w 1 metrze sześciennym powietrza. Z uwagi na niski koszt aparatury aparaty uderzeniowe mogą być alternatywą dla drogich aparatów opartych na konstrukcji Hirsta, jednak ich obsługa jest znacznie bardziej kłopotliwa, a pomiar obarczony znacznym błędem [6].

Metody grawimetryczne

Metoda grawimetryczna wykorzystuje siłę ciężenia. Oparta jest na założeniu, że liczba ziaren pyłku, który opadł na powierzchnię, chwytana jest odzwierciedleniem składu ilości i składu gatunkowego ziaren pyłku i spor grzybów w atmosferze. Metody grawimetryczne należą do najprostszych i najtańszych. Pyłek roślin opada na powierzchnie chwytne pokryte substancjami lepniymi. Jako powierzchnie używa się szkiełek mikroskopowych podstawowych, folii plastikowych lub innych przezroczystych materiałów umożliwiających bezpośrednią ocenę preparatu w mikroskopie świetlnym. W celu zabezpieczenia preparatów przed opadami deszczu stosuje się skonstruowane przez Durhama aparaty. Na dole płaszczyźnie zamontowany jest stolicek służący do zamocowania szkiełka podstawowego. Preparaty wystawia się w punktach pomiarowych na różne przedziały czasowe. Analizę mikroskopową prowadzi się w sposób identyczny jak w przypadku preparatów uzyskanych z aparatów ssących. Wyniki podawane są jako liczba ziaren pyłku, jaka opadła na 1 cm kwadratowy powierzchni chwytnej w jednostce czasu. Odmianą tej metody jest pomiar opadu na szalki Petriego lub kuwety. W tym przypadku powierzchnie chwytne należy przemyć wodą destylowaną, roztwór odwirować i oceniać otrzymany osad.

Aparaty grawimetryczne są proste, tanie i nie wymagają źródeł zasilania. Dzięki temu znalazły szerokie zastosowanie w masowych badaniach, prowadzonych jednocześnie w licznych punktach. Obecnie metoda grawimetryczna stosowana jest wyłącznie w celach orientacyjnej oceny obecności ziaren pyłku danego gatunku w atmosferze [2].

Automatyzacja pomiarów i analizy

Efektywność i jakość monitorowania stężenia aeroalergenów jest w dużym stopniu ograniczona przez stosowane obecnie tradycyjne techniki zbierania próbek i ich analizę przez wykwalifikowany personel (palinolodzy, botanicy).

Ocena preparatów jest czasochłonna i pracochłonna a używane wyniki obarczone ryzykiem błędu [14].

Wszystkie te czynniki powodują, że do poprawy sposobu monitorowania stężeń ziaren pyłku wymagany jest inny, automatyczny sposób zbierania i rozpoznawania ziaren pyłku.

Od kilku lat w Polsce jest testowany system umożliwiający automatyczne rozpoznawanie, klasyfikacja i zliczanie ziaren pyłku roślin z obrazów pochodzącym np. z osadzonych na taśmie pomiarowej obiektów. System daje pomiar szybki, prosty i o większym poziomie ufności w stosunku do analizy prowadzonej przez obserwatora za pomocą mikroskopu optycznego [14].

Wykorzystanie wyników monitoringu pyłkowego w praktyce alergologicznej

W poszczególnych latach terminy rozpoczęcia i zakończenia pylenia mogą się różnić od średnich wieloletnich. Obserwowane są również znaczne różnice wartości maksymalnych i średnich stężeń pyłku poszczególnych roślin. Dlatego też współczesna alergologia nie może sprawnie funkcjonować bez stałego monitorowania stężenia pyłku roślin i spor grzybów w atmosferze.

Najlepsza, bo przyczynowa metoda zwalczania schorzeń alergicznych jest bez wątpienia przerwanie styczności z alergenem [15,16]. Dlatego też na użytek lekarzy alergologów i pacjentów prowadzone są pomiary stężenia pyłku roślin i spor grzybów w większości dużych miast Polski. Znajomość aktualnego i prognozowanego stężenia pyłku roślin pozwala na profilaktykę poprzez zaplanowanie zajęć tak, aby ekspozycja na alergeny była jak najmniejsza [13,15]. Można to osiągnąć poprzez:

- zaplanowanie urlopu w okresie pylenia uczulającej rośliny i wyjazd w okolice o niskim stężeniu (np. wysokie góry lub nad morze, ewentualnie za granicę);
- unikanie spacerów, biwakowania, przebywania w namiotach, uczestnictwa w wycieczkach w dni o wysokim stężeniu pyłku;
- pozostanie w domu, zamknięcie okien, uruchomienie filtrów powietrza;
- unikanie jazdy samochodem lub pociągiem przy otwartych oknach w dniach o wysokim stężeniu pyłku.

Informacje płynące z monitoringu nie tylko ułatwiają diagnostykę (na podstawie wywiadu i danych o stężeniu pyłku można postawić wstępna diagnozę), ale i ułatwiają skuteczne leczenie. Cześć leków powinna być zastosowana na 10-14 dni przed wystąpieniem objawów chorobowych. Komunikaty informujące o wzrastającym stężeniu konkretnego pyłku są sygnałem do rozpoczęcia terapii tymi lekami [2,4,8].

Informacje o stężeniu pyłku pozwalają lekarzowi lepiej ocenić skuteczność terapii, bowiem zmniejszenie dolegliwości może oznaczać trafnie wybraną kurację, ale również niewielkie pylenie w danym roku [1,2,7].

Nasilone objawy mogą być zarówno wynikiem nieskuteczności leku jak i narażenia na wyjątkowo wysokie stężenie alergenu. Pacjenci cierpiący na pyłkovicę wypełniają zwykle karty samoobserwacji, notując objawy chorobowe w kolejnych dniach. Analiza polega na porównaniu wykresu objawów chorobowych z wykresami stężenia pyłku poszczególnych gatunków roślin w analizowanym okresie. Porównując oba wykresy ustala się indywidualny wskaźnik objawów (IWO) będący swoistym paszportem pacjenta. Określa on przy jakim stężeniu pyłku danej rośliny, na który pacjent jest uczulony występują u niego objawy chorobowe. Dane z monitoringu powinny też być wykorzystywane w doborze preparatu do immunoterapii swoistej (odczulanie) oraz w planowaniu i ocenie skuteczności immunoterapii.

Wyniki pomiarów aerobiologicznych niezbędne są również w badaniach naukowych. Oceniając skuteczność nowych preparatów leczniczych niezbędna jest informacja o stopniu ekspozycji badanego chorego na czynnik chorobotwórczy (alergen). Ocena objawów w trakcie leczenia w przypadku niewielkiej ekspozycji spowoduje, że zarówno w grupie otrzymującej preparat leczniczy jak i w grupie placebo objawy będą słabo nasilone, a wyniki nie będą istotne statystycznie. Przyjmuje się, że w okresie oceny klinicznej stężenie pyłku traw powinno być wyższe od 40 ziaren pyłku traw w 1 metrze sześciennym powietrza [17,18]. Z drugiej strony bardzo wysokie wartości stężenia pyłku na jakie eksponowani są badani chorzy również uniemożliwią prawidłową analizę statystyczną odnotowanych objawów [18]. Bardzo wysoka koncentracja alergenu może być odpowiedzialna zarówno za wystąpienie objawów chorobowych w grupie placebo, jak i w grupie otrzymującej preparat aktywny [1,18].

Stężenia progowe do wywołania objawów chorobowych

Na podstawie badań przeprowadzonych w wysoko wyselekcjonowanych grupach chorych przebywających na ograniczonym do 2 dzielnic Warszawy terenie ustalono wartości progowe stężenia aeroalergenów niezbędne do wywołania objawów chorobowych [17]. Wyniki przedstawia tabela 1.

Należy pamiętać, że nasilenie dolegliwości jest zmienne osobniczo i zależne od bardzo wielu czynników, np. współistnienia czynników drażniących jak zanieczyszczenie powietrza itd.

Na stężenie pyłku w atmosferze znaczący wpływ mają warunki pogodowe. Najwyższe stężenia notowane są w pogodne, wietrzne dni. Obfite opady deszczu oczyszczają powietrze z pyłku roślin, doprowadzając do ustąpienia objawów chorobowych. Krótkotrwałe opady deszczu oraz mgły mogą przyczyniać się do pęknięcia ziaren pyłku i uwalniania alergenu z wnętrza ziaren pyłku, co może być bezpośrednią przyczyną objawów ze strony dolnych dróg oddechowych.

Tabela 1. Zależność występowania objawów alergicznych od stężenia pyłku roślin w powietrzu atmosferycznym [17]

| | Stężenie pyłku traw ziarna/m ³ | Stężenie pyłku olszy ziarna/m ³ | Stężenie pyłku brzozy ziarna/m ³ | Stężenie zarodników <i>Alternaria</i> /m ³ |
|--|---|--|---|---|
| Pierwsze objawy ze strony nosa (wydzielina, świąd, obrzęk) | 20 | 45 | 20 | 80 |
| Objawy ze strony nosa u wszystkich badanych | 50 | 85 | 70 | 100 |
| Objawy nasilone | 65 | 95 | 90 | 150 |
| Objawy duszności po 30 minutowej ekspozycji | 120 | 1200 | 155 | 300 |

Terminy pylenia roślin

Lista gatunków, których pyłek może wywołać objawy chorobowe u osób uczulonych, jest różna dla różnych obszarów florystycznych. Najczęstszą przyczyną alergii pyłkowej w Polsce jest pyłek traw, brzozy i bylicy [18,19,20,21]. W Europie Południowej dominuje uczulenie na pyłek drzewa oliwkowego, parietarii i traw, a w Europie Północnej na pyłek brzozy [1,2,8].

W Polsce pylenie roślin rozpoczyna się zwykle w pierwszej dekadzie lutego (leszczyna i olsza), choć przy sprzyjających warunkach pogodowych pyłek tych roślin może pojawić się w atmosferze już w połowie stycznia. W kwietniu powietrze wysyczone jest pyłkiem brzozy, który jest najczęstszą przyczyną alergicznego nieżytu nosa i spojówek w okresie wiosennym. Okres pylenia drzew liściastych trwa do połowy maja, kiedy to kwitną dęby. Czerwiec i lipiec to okres pylenia traw (w tym zbóż –

traw uprawnych). W sierpniu i wrześniu w atmosferze dominują ziarna pyłku roślin złożonych. Czas rozpoczęcia i zakończenia pylenia przez poszczególne rośliny jest zależny od krainy geograficznej i warunków klimatycznych [2,8,22,23]. Najwcześniej pylenie rozpoczyna się w części południowo-zachodniej, a najpóźniej (po około 8-14 dniach) w części północno-wschodniej kraju. Podobnie przesunięty jest również szczyt pylenia poszczególnych gatunków roślin. W poszczególnych latach w zależności od warunków meteorologicznych występować mogą znaczne różnice w pyleniu roślin przekładające się na zróżnicowanie średnich i maksymalnych stężeń pyłku roślin w powietrzu atmosferycznym. Szczególnie duże wahania stężenia pyłku obserwuje się w przypadku wczesnokwitających drzew (leszczyna, olcha, brzoza) [22,23,24,25].

Tabela II przedstawia kalendarz pylenia roślin w Polsce opracowany na podstawie pomiarów stężenia pyłku roślin w latach 1990-2005.

Kalendarz pylenia roślin w Polsce

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|---------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|
| leszczyna | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| olsza | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| wierzba | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| brzoza | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| topola | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| dąb | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| trawy | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| babka | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| szczaw | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| pokrzywa | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| komosa | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| bylica | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Cladosporium</i> | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| <i>Alternaria</i> | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Piśmiennictwo

1. Negrini AC. Pollens as allergens. *Aerobiologia*. 1992; 8: 9-15.
2. Rapiejko P. Pyłek roślin. (w) *Choroby alergiczne*. Zawisza E, Samoliński B. (red.). Warszawa PZWL, 1998: 328-353.
3. Levetin E, van de Water P. Pollen count forecasting. *Immunol Allergy Clin N Am*. 2003; 23: 423-442.
4. Rapiejko P. Pyłkowica. (w) *Choroby alergiczne*. Zawisza E, Samoliński B. (red.). Warszawa PZWL, 1998: 172-190.
5. Mandrioli P, Comptois P, Doiniquez E et al. Sampling: Principles and Techniques. (in) *Methods in Aerobiology*. Mandrioli P, Comptois P, Levzani V. (eds.). Pitagora Editrice Bologna, Bologna 1998: 47-112.
6. Rapiejko P. Alergeny i preparaty alergenowe. (w) *Immunoterapia alergenowa*. Kowalski ML.(red.). Łódź, Mediton. 2003: 43-66.
7. Wojdas A, Stankiewicz W, Rapiejko P i wsp. Donosowa próba prowokacyjna w praktyce klinicznej. *Ann. Universit. Marie Curie-Skłodowskiej Sectio D Medicina*. 2005; 60(Suppl.XVI,6): 278-280.
8. Rapiejko P. Medycyna a palinologia. (w) *Palinologia*. Dybowa-Jachowicz S, Sadowska A. (red.). Inst. Botaniki PAN, Kraków, 2003: 63-68.
9. Rapiejko P, Białek S, Lipiec A i wsp. The development of immunological method of Alt a 1 allergen detection. *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol*. 2005; 11(1): 19-22.
10. Madeja J, Wypasek E, Plytycz B i wsp. Quantification of airborne birch (*Betula* sp.) pollen grains and allergens in Krakow. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2005; 53(2): 169-74.
11. Rapiejko P, Białek S, Lipiec A. i wsp. Immunological methods of birch pollen allergens detection. *Ann. Universit. Marie Curie-Skłodowskiej Sectio D Medicina*. 2005; 60(Suppl.XVI,4): 438-441.
12. Zawisza E, Samoliński B, Tarchalska B i wsp. Allergic pollen and pollinosis in Warsaw. *Aerobiologia*. 1993; 9: 47-51.
13. Rapiejko P, Samoliński B. Metody monitorowania i unikania alergenów. (w) *Alergiczne i niealergiczne nieżyty nosa*. Samoliński B, Śliwiska-Kowalska M (red.). Łódź, Mediton 2003: 165-170.
14. Rapiejko P, Wawrzyniak ZM, Jachowicz RS i wsp. Analiza obrazów w automatycznym systemie identyfikacji ziaren pyłku roślin. *Acta Agrobotanica*. 2006; 59(1-2): 105-113.
15. Samoliński B, Rapiejko P, Kurek M i wsp. Eliminacja i ograniczanie narażenia na alergen wziewne. (w) *Standardy w alergologii Cz. I*. Dom Wydawniczy Benkowski, 2003: 59-66.
16. Zawisza E. Monitoring pyłkowy w Polsce. *Pol Merkuriusz Lek*. 2003; 14(84): 506-9.
17. Rapiejko P, Lipiec A, Wojdas A i wsp. Threshold pollen concentration necessary to evoke allergic symptoms. *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol*. 2004; 10(3): 91-94.
18. Rapiejko P, Lipiec A. Pyłek traw – aerobiologia, charakterystyka alergenów i aspekt kliniczny. *Alergoprofil*. 2005; 1(2): 40-49.
19. Samoliński B, Arcimowicz M, Zawisza E i wsp. Hypersensitivity to pollen allergens based on skin tests results in 680 atopic patients. *Ann. Agric. Environ. Med*. 1996; 3(2): 179-182.
20. Lipiec A, Rapiejko P, Samoliński B i wsp. Correlation between conjunctival provocation test results and conjunctival symptoms in pollinosis – preliminary report. *Ann. Argic. Environ. Med*. 2005; 12(1):17-20.
21. Rapiejko P, Lipiec A. Alergeny pyłku brzozy. *Alergoprofil*. 2005; 1(1): 42-47.
22. Weryszko-Chmielewska E, Puc M, Rapiejko P. Comparative analysis of pollen counts of *Corylus*, *Alnus* and *Betula* in Szczecin, Warsaw and Lublin (2000-2001). *Ann. Agric. Environ. Med*. 2001; 8(2): 235-240.
23. Rapiejko P, Puc M, Lipiec A. Analiza stężenia pyłku brzozy w wybranych miastach polski w 2005 r. *Alergoprofil*. 2005; 1(1): 54-58.
24. Modrzyński M, Weryszko-Chmielewska E, Lipiec A i wsp. Analiza stężenia pyłku olszy w wybranych miastach Polski w 2005 r. *Alergoprofil*. 2005; 1(1): 48-53.
25. Puc M, Weryszko-Chmielewska E, Malkiewicz M i wsp. Pyłek leszczyny w powietrzu wybranych miast Polski w 2005 r. *Alergoprofil*. 2006; 2(1): 40-44.

Pytania

1. W klimacie Polski objawy chorobowe u osób uczulonych na alergeny pyłku roślin występują:
 - a. przez okres całego roku,
 - b. sezonowo, gdy pyłek roślin lub zarodniki grzybów występują w powietrzu atmosferycznym w odpowiednio wysokim stężeniu,
 - c. sezonowo od kwietnia do lipca,
 - d. sezonowo od lutego do lipca,
 - e. sezonowo od maja do września.
2. Reakcje uczuleniowe wywołują prawie wyłącznie alergeny pyłku roślin:
 - a. owadopylnych zawarte w miodach i przetworach pszczelich,
 - b. owadopylnych, ale uprawianych na skalę przemysłową, jak np. rzepaku, słonecznika, jabłoni,
 - c. wiatropylnych,
 - d. wiatropylnych uprawianych na skalę przemysłową,
 - e. wiatropylnych dziko rosnących.
3. Objawy chorobowe u osoby z nadwrażliwością na alergeny pyłku roślin występują, gdy ekspozycja na pyłek roślin jest odpowiednio wysoka. U większości osób uczulonych na alergeny pyłku traw objawy chorobowe występują, gdy ekspozycja w warunkach naturalnych przekroczy stężenie:
 - a. 2 ziaren pyłku traw w 1 m³ powietrza,
 - b. 5 ziaren pyłku traw w 1 m³ powietrza,
 - c. 10 ziaren pyłku traw w 1 m³ powietrza,
 - d. 50 ziaren pyłku traw w 1 m³ powietrza,
 - e. 1200 ziaren pyłku traw w 1 m³ powietrza.
4. Ziarna pyłku roślin osadzają się przede wszystkim na błonie śluzowej nosa, bowiem ich średnica wynosi:
 - a. od 1 do 3 mikrometrów (μm),
 - b. od 3 do 5 mikrometrów (μm),
 - c. od 5 do 10 mikrometrów (μm),
 - d. od kilkunastu do kilkudziesięciu mikrometrów (μm),
 - e. od kilkudziesięciu do kilkuset mikrometrów (μm).
5. Najczęstszą przyczyną alergii pyłkowej w Polsce są alergeny pyłku:
 - a. brzozy, dębu i komosy,
 - b. leszczyny, jesionu i bylicy,
 - c. traw, brzozy i bylicy,
 - d. traw, babki i pokrzywy,
 - e. brzozy, sosny i pokrzywy.
6. Najczęstszą przyczyną alergii pyłkowej w Europie Południowej są alergeny pyłku:
 - a. brzozy, dębu i akacji,
 - b. traw, rzepaku i słonecznika,
 - c. babki, szczawiu i ambrozji,
 - d. cisu, jesionu i żyta,
 - e. drzewa oliwkowego, parietarii i traw.
7. Najczęstszą przyczyną alergii pyłkowej w Europie Północnej są alergeny pyłku:
 - a. brzozy,
 - b. świerku,
 - c. babki,
 - d. komosy,
 - e. żyta.
8. Aparaty do pomiaru stężenia pyłku roślin oparte na konstrukcji Hirsta z 1952 roku charakteryzują się:
 - a. zasysają 10 litrów powietrza na minutę,
 - b. bęben z taśmą lepną porusza magazyn zegarowy z szybkością 2 mm na godzinę,
 - c. umożliwiają ocenę stężenia pyłku roślin w cyklu dobowym,
 - d. najczęściej lokalizowane są dachach budynków,
 - e. wszystkie ww. odpowiedzi są prawdziwe.
9. Największą część bioaerozolu znajdującego się w powietrzu stanowią:
 - a. ziarna pyłku roślin i spor grzybowych,
 - b. włókna tkanin, np. wełny,
 - c. drobne owady, np. meszki i komary,
 - d. składniki nieorganiczne,
 - e. gazy.
10. Pyłek brzozy obecny jest w powietrzu atmosferycznym w wysokim stężeniu w:
 - a. lutym i marcu,
 - b. kwietniu i maju,
 - c. tylko w maju,
 - d. w maju i czerwcu,
 - e. od stycznia do lipca.