

Dynamika sezonów pyłkowych wybranych drzew i roślin zielnych w Szczecinie – 2011 r.

Dynamics of pollen season of selected trees and herbaceous plants in Szczecin – 2011

dr Małgorzata Puc¹, dr Mirosław I. Puc²

¹ Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody Uniwersytetu Szczecińskiego

² Instytut Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego

Streszczenie: Celem pracy było przedstawienie dynamiki sezonów pyłkowych wybranych taksonów (*Corylus*, *Alnus*, *Populus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Betula*, *Carpinus*, *Quercus*, *Platanus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rumex*, *Plantago*, *Chenopodiaceae*, *Urtica*, *Artemisia* oraz *Ambrosia*) w Szczecinie w 2011 r. Pomiary stężenia pyłku prowadzono metodą objętościową z zastosowaniem aparatu Hirsta (model Lanzoni 2000). Sezon pyłkowy wyznaczono jako okres, w którym w powietrzu występuje 98% rocznej sumy ziaren pyłku. Do opisu dynamiki sezonów obliczono indeks pyłkowy SPI oraz wyznaczono poszczególne fazy okresów pyłkowych, dla których skumulowana suma pyłku osiąga wartości: 1–5%, 5–25%, 25–50%, 50%, 50–75%, 75–95% oraz 95–99% całkowitej sumy rocznej pyłku. Analiza czasu trwania poszczególnych fenofaz wykazała większe zróżnicowanie dynamiki sezonów w odniesieniu do drzew i krzewów niż do roślin zielnych. Do najistotniejszych czynników wpływających na stężenie pyłku roślin w powietrzu należą: maksymalna prędkość wiatru, temperatura maksymalna powietrza, wilgotność i temperatura punktu rosy. Zanotowane korelacje pomiędzy koncentracją pyłku analizowanych taksonów a zanieczyszczeniami powietrza są wynikiem oddziaływania czynników pogodowych na obie grupy zmiennych.

Abstract: The present study demonstrates different effects of ambient air pollution and meteorological factors on pollen concentration of selected taxa in the atmosphere. The aim of the study was to analyse the dynamics of *Corylus*, *Alnus*, *Populus*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Betula*, *Carpinus*, *Quercus*, *Platanus*, *Pinaceae*, *Poaceae*, *Rumex*, *Plantago*, *Chenopodiaceae*, *Urtica*, *Artemisia* and *Ambrosia* pollen season in Szczecin (western Poland) in 2011. Measurements were performed by the Hirst volumetric trap (model Lanzoni VPPS 2000). Consecutive phases during the pollen season were defined for each taxon (1%, 5%, 25%, 50%, 75%, 95%, 99% of annual total) and duration of the season was appointed using the 98% method. On the basis of this analysis, the temporary differences in the dynamics of seasons were more evident for trees than for herbaceous plants. Correlation analysis with weather parameters demonstrated that the maximum wind speed and maximum air temperature, relative humidity and dew point are the main factors influencing the average daily pollen concentrations in the atmosphere. Statistical correlation between pollen concentration and air pollution factors was found to be a consequence of the relation between the latter and the meteorological conditions.

Słowa kluczowe: alergeny, stężenie pyłku, dynamika sezonu pyłkowego, czynniki pogodowe, zanieczyszczenie powietrza, Szczecin
Key words: allergens, pollen count, dynamics of pollen season, weather conditions, air pollution, Szczecin

W strefie klimatu umiarkowanego następstwo pór roku przejawia się w sezonowości występowania pyłku w powietrzu. Cechami, które wyznaczają atmosferyczny sezon pyłkowy, są: jego

początek i koniec, czas trwania, wartość maksymalna oraz data wystąpienia maksimum. Z powodu wysokiej korelacji intensywności pylenia z przebiegiem sezonowych zmian rozwojowych roślin obserwacje fenolo-

giczne umożliwiają przewidywanie stopnia wysycenia atmosfery przez pyłek danego taksonu. Analiza tych zjawisk pozwala ponadto na wyznaczenie dynamiki sezonu, a w konsekwencji na ocenę tempa zmian stężenia pyłku w stosunku do całkowitej sumy rocznej [6].

Badania zmienności kolejnych faz sezonów pyłkowych są wykorzystywane do interpretacji zjawisk fenologicznych, zmian klimatu oraz oceny narażenia pacjentów z pyłkownicą (*pollinosis*) na możliwość wystąpienia reakcji alergicznej [2, 8, 14, 20].

Współczesne badania epidemiologiczne pochodzące z różnych krajów wskazują, że obecnie 15–30% przeciętnej populacji cierpi na choroby alergiczne. Ziarna pyłku mogą być nośnikami bakterii, mikroskopijnych grzybów oraz toksyn bakteryjnych i grzybiczych [22]. Związki chemiczne, organiczne i nieorganiczne występujące w powietrzu osadzają się na powierzchni ziaren i są razem z nimi wdychane. Prawdopodobnie jest to jedna z przyczyn gwałtownego wzrostu zachorowań na pyłkownicę na obszarach uprzemysłowionych w ostatnich dziesięcioleciach [12].

Ryzyko nasilenia objawów alergii pyłkowej wzrasta dodatkowo w wyniku potencjalnego adiuwantowego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza. Działanie to może powodować wzmocnienie lub pojawienie się odpowiedzi odpornościowej po ekspozycji na alergen pyłkowy. Emisja zanieczyszczeń do środowiska naturalnego powoduje jego trwale lub trudne do odwrócenia zmiany, wynikające z rozprzestrzeniania się substancji szkodliwych. Należą do nich m.in.: pył zawieszony, ozon, tlenki siarki i węgla. Cząstki pyłu zawieszonego o średnicy mniejszej niż 10 mikrometrów (PM_{10}) powstają przede wszystkim w procesach spalania. Cząsteczki te łatwo wnikają do płuc, powodują wzrost liczby infekcji dróg oddechowych i nasilenie objawów pyłkowicy. Ozon działa drażniąco na błonę śluzową dróg oddechowych i śluzówek. Powstaje w wyniku złożonych reakcji fotochemicznych między lotnymi substancjami organicznymi, tlenkami azotu i światłem słonecznym. Reakcje te przebiegają intensywnie latem, w dużych aglomeracjach miejskich, kilka godzin po szczycie natężenia ruchu samochodowego. Dwutlenek siarki powstaje w wyniku spalania zasilanego węgla kamiennego. Związki te uszkadzają błonę śluzową dróg oddechowych, powodują wzrost lepkości śluzu, drażnią zakończenia włókien nerwowych w oskrzelach i powodują zapalenie [17].

Cel

Celem pracy było przedstawienie dynamiki sezonów pyłkowych wybranych drzew i krzewów oraz roślin zielnych w 2011 r. w Szczecinie oraz określenie

zależności pomiędzy warunkami pogodowymi i zanieczyszczeniami powietrza a stężeniem pyłku badanych taksonów.

Materiał i metody

Analizę koncentracji pyłku wybranych drzew i krzewów (leszczyna [*Corylus* spp.], olsza [*Alnus* spp.], topola [*Populus* spp.], wiąz [*Ulmus* spp.], jesion [*Fraxinus* spp.], brzoza [*Betula* spp.], dąb [*Quercus* spp.], platan [*Platanus* spp.], sosnowate [*Pinaceae*]) oraz roślin zielnych (trawy [*Poaceae*], szczaw [*Rumex* spp.], babka [*Plantago* spp.], komosowate [*Chenopodiaceae*], pokrzywa [*Urtica* spp.], bylica [*Artemisia* spp.], ambrozja [*Ambrosia* spp.]) w powietrzu Szczecina przeprowadzono na podstawie danych z 2011 r. Pomiaru stężenia pyłku prowadzono metodą objętościową z zastosowaniem aparatu wolumetrycznego typu Hirst (model Lanzoni 2000) [11]. Punkt pomiarowy zlokalizowano w Śródmieściu na wysokości 21 m nad poziomem gruntu (53°26'26" N, 14°32'50" E). Czas trwania sezonu pyłkowego wyznaczono metodą 98%. Indeks pyłkowy SPI (*Seasonal Pollen Index*) wyznaczono jako sumę średnich dobowych stężeń pyłku w danym sezonie [1].

Do analizy statystycznej wykorzystano średnie wartości dobowe temperatury minimalnej i maksymalnej powietrza, temperatury punktu rosy, wilgotności względnej, opadu atmosferycznego i maksymalnej prędkości wiatru w Szczecinie oraz wybrane parametry zanieczyszczenia powietrza, tj. dwutlenek siarki, dwutlenek azotu, ozon i pył zawieszony. Dane te pochodzą ze stacji meteorologicznej Vaisala (Helsinki), zamontowanej w punkcie monitoringu pyłkowego. Zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami a koncentracją pyłku zostały wyznaczone przy użyciu współczynnika korelacji rang Spearmana. Stopień asymetrii rozkładu stężeń pyłku przedstawiono za pomocą skośności (tab. 1) [19].

W celu opisanie właściwości sezonu pyłkowego (dynamika) wyznaczono poszczególne fazy sezonu, dla których skumulowana suma pyłku osiąga wartości 1–5%, 5–25%, 25–50%, 50%, 50–75%, 75–95% oraz 95–99% całkowitej sumy rocznej pyłku. Fazy te, oznaczone kolejno od 1 do 7, zostały przedstawione na rycinach 1 i 2. Dynamikę sezonów zaprezentowano na podstawie metody opisanej przez Latałową i wsp. [10].

Wyniki

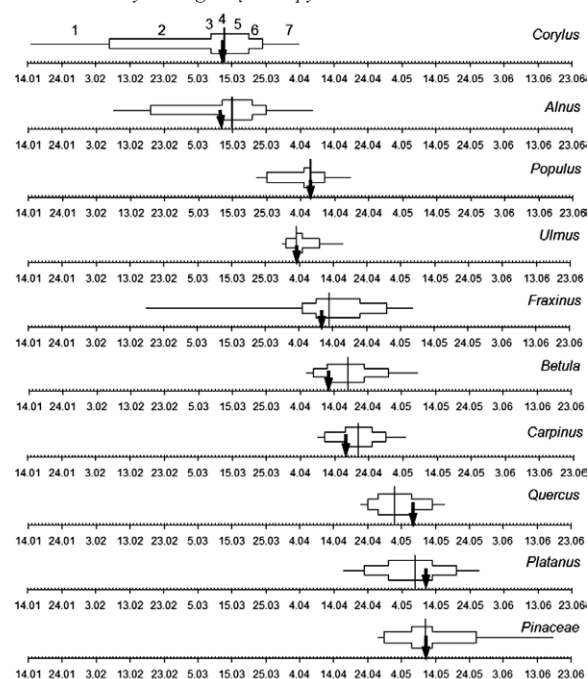
Diagramy obrazujące dynamikę sezonów pyłkowych są asymetryczne i prawoskośne, co świadczy o długim utrzymywaniu się pyłku w powietrzu (tab. 1, ryc. 1, 2). W przypadku drzew i krzewów największe

Tabela 1. Charakterystyka sezonów pyłkowych w Szczecinie w 2011 r.

Takson	Cecha sezonu	Początek sezonu pyłkowego wyznaczonego metodą 98%	Koniec sezonu pyłkowego wyznaczonego metodą 98%	Długość sezonu pyłkowego (dni)	Najwyższe odnotowane stężenie (ziarna/m ³ powietrza)	Data maksymalnego stężenia	Suma dobowych stężeń ziaren pyłku w sezonie (wskaznik SPI)	Skośność
Leszczyna		15 I	4 IV	78	85	13 III	824	2,852
Olsza		8 II	8 IV	60	619	12 III	4980	2,918
Topola		22 III	19 IV	29	176	7 IV	2070	4,975
Wiąz		30 III	17 IV	18	184	3 IV	538	3,173
Jesion		31 III	8 V	39	142	11 IV	1497	1,623
Brzoza		6 IV	9 V	34	886	12 IV	10 366	1,665
Grab		9 IV	5 V	27	76	17 IV	728	1,151
Dąb		22 IV	17 V	47	67	7 V	709	1,044
Platan		17 IV	27 V	42	56	11 V	515	1,691
Sosnowate		17 IV	18 VI	63	1304	11 V	7158	4,350
Trawy		18 V	13 IX	121	219	29 VI	4943	1,733
Szczaw		19 V	11 IX	118	54	6 VII	1458	1,722
Babka		18 V	12 IX	120	22	10 VII	331	2,552
Komosowate		31 V	6 IX	107	63	3 VII	787	2,526
Pokrzywa		9 VI	9 IX	154	416	8 VII	13 346	1,007
Bylica		11 VII	30 VIII	51	211	4 VIII	1440	3,189
Ambrozja		31 VIII	21 IX	22	20	5 IX	50	3,230

Rycina 1. Dynamika sezonów pyłkowych drzew i krzewów w Szczecinie w 2011 r.

Fazy sezonów: 1 – początek sezonu dla 1% sumy rocznej pyłku, 2 – 5–25%, 3 – 25–50%, 4 – 50% (linia pionowa), 5 – 50–75%, 6 – 75–95%, 7 – koniec sezonu dla 99% sumy rocznej pyłku.
▼ – data maksymalnego stężenia pyłku w sezonie.



zróznicowanie dotyczy długości fazy pierwszej i ostatniej, obrazującej początek i koniec sezonu. Koncentracja pyłku w tym okresie jest najniższa i silnie zależy od zmian pogody. Wówczas wyraźnie zaznacza się obecność ziaren pochodzących z dalekiego transportu, gdy pyłek przemieszcza się wraz z dużymi masami powietrza znad obszarów, gdzie warunki pogodowe mogą sprzyjać zakwitaniu i pyleniu roślin.

Najwyższe wartości asymetrii rozkładu stężeń pyłku zanotowano u topoli, wiązu, sosnowatych, olszy, leszczyny, bylicy i ambrozji, co jest spowodowane najprawdopodobniej działaniem wielu czynników zakłócających równomierną dyspersję pyłku. Do czynników tych należą głównie warunki pogodowe, a także różnorodność gatunkowa, np. w rodzinie traw i komosowatych.

U większości roślin zielnych, oprócz bylicy i ambrozji, występują długie fazy przed- i poszczytowe, kiedy obserwujemy od 5% do 25% i od 75% do 95% rocznej sumy pyłku. W tym czasie zagrożenie alergenami pyłku jest z reguły niskie i średnie, jednak fazy te są długie i mogą trwać nawet 50 dni (ryc. 2, diagram traw).

Tabela 2. Zależności pomiędzy czynnikami pogodowymi i zanieczyszczeniami powietrza a stężeniem pyłku badanych roślin w Szczecinie w 2011 r. (korelacja rang Spearmana dla $p < 0,05$).

Parametr Takson	Temp. max. (°C)	Temp. min. (°C)	Temp. pkt rosy (°C)	Wilg. wzgl. (%)	Wiatr max. (m/s)	Opad (mm)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
Leszczyna	0,4164*	0,2739*	0,2208	-0,1634	0,2721*	0,1191	0,0493	-0,0999	0,1892	-0,1321
Olsza	0,1833	0,2159*	-0,1812	0,0939	0,1753	-0,0499	0,2833*	0,0760	-0,0930	0,1875
Topola	0,3379*	0,3422*	0,3470*	0,4138*	-0,0370	-0,1816	-0,1888	-0,1106	-0,1431	0,2379
Wiąz	-0,1237	0,1224	0,2155	0,2824*	0,3546*	-0,1244	-0,1445	0,2905*	-0,0901	0,2304*
Jesion	-0,0506	-0,0296	-0,0126	0,0533	0,3235*	-0,2113	-0,0605	0,2918*	-0,1385	0,0146
Brzoza	0,0845	-0,2205	-0,2998*	-0,4311*	-0,2574*	-0,3105*	0,0240	0,3378*	0,0880	0,1936
Grab	0,4879*	-0,0618	0,0818	-0,4363*	0,4418*	-0,2502	0,3715*	0,4109*	0,0869	0,5006*
Dąb	0,0555	-0,2315	-0,1121	-0,2788	-0,0817	-0,1032	-0,0669	-0,2229	-0,1155	0,3168*
Platan	0,1757	-0,0114	0,0268	-0,2594*	0,1209	-0,0786	0,2840*	0,0171	0,2215*	0,3539*
Sosnowate	0,4277*	-0,0618	-0,1942*	-0,3391*	0,0417	-0,1542	0,1647	0,1988*	0,4267*	0,1942*
Trawy	0,4299*	0,2044*	0,1532	-0,3889*	0,3094*	-0,0624	0,2840*	0,2574*	0,4548*	-0,1126
Szczaw	0,5338*	0,0970	0,1494	-0,4533*	0,0138	-0,1858*	0,3127*	-0,0461	0,3751*	0,2231*
Babka	0,3021*	0,1244	0,1547	-0,1736	-0,1090	-0,1071	0,3524*	-0,0749	0,1062	0,1201
Komosowate	0,3247*	0,1419	0,1514	-0,2295*	-0,0084	0,0162	0,3396*	0,1987	0,1739	0,1083
Pokrzywa	0,2842*	0,4293*	-0,5108*	0,1189	-0,0225	0,0259	-0,0340	-0,1554	-0,0868	-0,0948
Bylica	0,1621	0,2249*	0,0961	0,0961	-0,0671	-0,0655	-0,1034	-0,0568	0,4360	0,0203
Ambrozja	0,3215*	0,4112*	-0,6186*	-0,0270	-0,0408	0,0984	0,3056*	-0,1296	0,3013*	0,3013

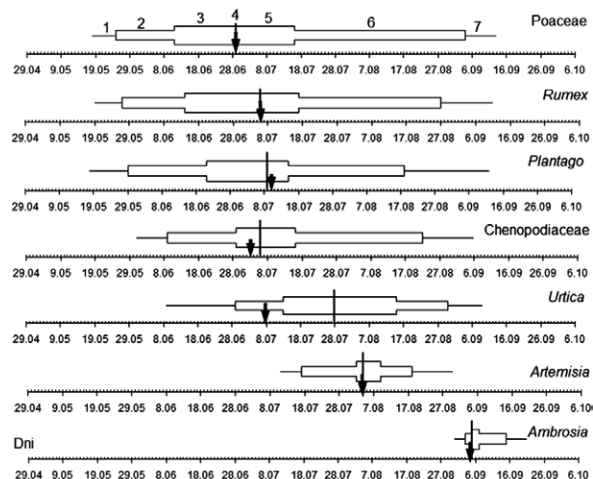
* korelacja istotna statystycznie

Maksymalne stężenia dobowe pyłku na wielu diagramach pokrywają się z wartością 50% rocznej sumy pyłku – u leszczyny, topoli, wiązu, sosnowatych,

traw, szczawiu, bylicy i ambrozji, w pozostałych przypadkach maksimum dobowe zarejestrowano 3–4 dni przed fazą stanowiącą połowę rocznej sumy pyłku lub po tej fazie.

Rycina 2. Dynamika sezonów pyłkowych roślin zielnych w Szczecinie w 2011 r.

Fazy sezonów: 1 – początek sezonu dla 1% sumy rocznej pyłku, 2 – 5–25%, 3 – 25–50%, 4 – 50% (linia pionowa), 5 – 50–75%, 6 – 75–95%, 7 – koniec sezonu dla 99% sumy rocznej pyłku.
▼ – data maksymalnego stężenia pyłku w sezonie.



Określając dynamikę sezonową, można wyróżnić dwie grupy taksonów charakteryzujące się odmiennym przebiegiem sezonów pyłkowych. Pierwsza grupa obejmuje taksony o zwartych sezonach, których pyłek występuje w powietrzu obficie, a wartości maksymalne stężeń są rejestrowane w krótkim czasie po pojawieniu się pierwszych ziaren pyłku w powietrzu. W Szczecinie do tej grupy zaliczono: *Fraxinus*, *Carpinus*, *Betula*, *Quercus*, *Populus*, *Ulmus*, *Carpinus* (ryc. 1). W drugiej grupie znajdują się taksony o wieloszczytowym i długotrwałym sezonie pyłkowym, są to m.in.: *Poaceae*, *Rumex*, *Chenopodiaceae*, *Urtica*, *Plantago* (ryc. 2).

Analiza statystyczna parametrów pogodowych, zanieczyszczeń i koncentracji pyłku w Szczecinie wykazała, najczęściej występującą, istotną statystycznie zależność stężenia pyłku od temperatury maksymalnej powietrza, maksymalnej prędkości wiatru, temperatury punktu rosy i wilgotności względnej. W odniesieniu do zanieczyszczeń powietrza zanotowano dodatnią,

istotną statystycznie korelację pomiędzy zawartością ozonu i pyłu zawieszonego oraz dwutlenku siarki i azotu (tab. 2). Jednoczesna wysoka koncentracja alergenów pyłkowych i zanieczyszczeń gazowych wyjaśnia najprawdopodobniej nadmiernie nasilone objawy pyłkowicy występujące u pacjentów w tym okresie.

Omówienie wyników

Badając dynamikę sezonu pyłkowego, a zwłaszcza jego początek, stwierdzono, że jest to ważny element służący do ustalenia progów wrażliwości pacjentów na alergeny pyłkowe. Sezony pyłkowe roślin są uważane również za wskaźniki zmienności fenologii, ekologii roślin oraz zmian klimatu [3–5]. Analizy danych wieloletnich (1974–2001) dotyczących przebiegu sezonów pyłkowych w wielu krajach Europy wykazały, że w ostatnich latach kwitnienie wielu taksonów rozpoczyna się nawet o 20 dni wcześniej, okresy pyłkowe są dłuższe, a rośliny pyłą obficie, niż miało to miejsce w pierwszych latach tych badań [7].

Występowanie dwóch odmiennych typów sezonów pyłkowych zaobserwowano również w Szczecinie, jest to prawdopodobnie spowodowane różnymi mechanizmami uwalniania pyłku, różnorodnością gatunkową występującą m.in. w rodzinie *Poaceae*, a także oddziaływaniem warunków pogodowych w czasie kwitnienia poszczególnych taksonów [9, 22]. Dodatkowo na wydłużenie sezonu pyłkowego mogą wpływać ziarna pochodzące z dalekiego transportu [18], co również zaobserwowano, analizując sezon pyłkowy *Ambrosia* w Szczecinie.

Czynniki pogodowe należą do najważniejszych elementów określających występowanie pyłku w powietrzu. Badania prowadzone przez Parrado i wsp. [15] oraz Rodriguez-Rajo i wsp. [16] wykazały, że na pojawianie się i obecność pyłku większości roślin w powietrzu największy wpływ wywiera temperatura powietrza i prędkość wiatru, natomiast wzrost wilgotności i temperatury punktu rosy jest związany ze spadkiem koncentracji pyłku.

Zanotowano również dodatni, istotny statystycznie związek pomiędzy koncentracją pyłku a stężeniem ozonu i pyłem zawieszonym w powietrzu. W odniesieniu do ozonu zależność ta jest efektem oddziaływania podwyższonej temperatury powietrza i nasłonecznienia, szczególnie na obszarach zurbanizowanych. Zanieczyszczenia powietrza mogą dodatkowo modyfikować strukturę alergenów pyłkowych, powodując nasiloną odpowiedź immunologiczną organizmu [17]. Spaliny z silników diesla działają również jako adiuwanty, pogłębiając objawy i przyspieszając wystąpienie chorób alergicznych [13]. Korelacje pomiędzy stężeniem

pyłku analizowanych taksonów a zanieczyszczeniami powietrza są wynikiem oddziaływania czynników pogodowych na obie grupy zmiennych [14]. Dlatego też nasilenie reakcji alergicznych u chorych z pyłkownicą powinno być rozpatrywane w odniesieniu do synergizmu (zjawisko wzajemnego wzmocnienia) pomiędzy alergenami pyłkowymi a zanieczyszczeniami powietrza.

Wnioski

Diagramy obrazujące dynamikę sezonów pyłkowych są asymetryczne i prawoskośne, co świadczy o długim utrzymywaniu się pyłku w powietrzu.

Analizowane parametry pogodowe są istotnie skorelowane z koncentracją pyłku w powietrzu, najczęstszy związek wykazują temperatura maksymalna oraz wilgotność względna powietrza.

Zanieczyszczenia powietrza nie wpływają bezpośrednio na stężenie pyłku, jednak ich wysokie wartości prawdopodobnie nasilają reakcje alergiczne.

Badania sfinansowano częściowo z projektu nr N N305 367738 Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

Piśmiennictwo:

1. Comtois P.: *Statistical analysis of aerobiological data. W: Methods in Aerobiology. Mandrioli P., Comtois P., Levizzani V. (red.). Pitagora Editrice Bologna, Bologna 1998: 217-259.*
2. Docampo S., Recio M., Trigo M.M., Melgar M., Cabesudo B.: *Risk of pollen allergy in Nerja (southern Spain): a pollen calendar. Aerobiologia 2007, 23: 189-199.*
3. Driessen M.N.B.M., van Herpen R.M.A., Smithuis L.O.M.J.: *Prediction of the start of the grass pollen season of the southern part of the Netherlands. Grana 1990, 29: 79-86.*
4. Emberlin J., Smith M., Close R., Adams-Groom B.: *Changes in the seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. and *Corylus* spp. in Worcester, United Kingdom, 1996-2005. Int. J. Biometeorol. 2007, 51: 181-191.*
5. Frenz D.A.: *Interpreting atmospheric pollen count for use in clinical allergy: spatial variability. Ann. Allergy Asthma, Immunol. 2000, 84: 481-491.*
6. Gniadzowski R., Klimas F.: *Wykorzystanie obserwacji paly-nologicznych i fenologicznych w ustalaniu szczegółowej etio-logii pyłkowicy. Otolaryngologia Polska 1976, 30: 21-27.*
7. Jaeger S.: *Long term trends of pollen seasons in Europe: Changes in start, duration and intensity. Abstracts, 7th Int. Congress on Aerobiology, Montebello, Canada 2002, 5-9 August: 12-13.*

8. Kadocsa E., Juhasz M.: Study of airborne pollen composition and allergen spectrum of hay fever patients in South Hungary (1990-1999). *Aerobiologia* 2002, 18: 203-209.
9. Kasprzyk I.: Regional differentiation in the dynamics of the pollen season of *Alnus*, *Corylus*, and *Fraxinus* in Poland (preliminary results). *Aerobiologia* 2004, 20: 141-151.
10. Latałowa M., Miętus M., Urška A.: Seasonal variations in the atmospheric *Betula* pollen count in Gdansk (Southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters. *Aerobiologia* 2002, 18: 33-43.
11. Mandrioli P., Comtois P., Dominguez E., Galan C., Isard S., Syzdek L.: Sampling: Principles and Techniques. W: *Methods in Aerobiology*. Mandrioli P., Comtois P., Levizzani V. (red.). Pitagora Editrice Bologna, Bologna 1998: 47-112.
12. Obtulowicz K.: *Alergologia ogólna*. W: *Alergologia praktyczna*. Obtulowicz K. (red.). PZWL, Warszawa 2001: 17-56.
13. Palczyński C., Witczak T.: Warunki mieszkaniowe a rozwój astmy dziecięcej. W: *Astma dziecięca. Wybrane zagadnienia*. Stelmach I. (red.). PZWL, Warszawa 2007: 91-99.
14. Puc M.: Threat of allergenic airborne grass pollen in Szczecin, NW Poland: the dynamics of pollen seasons, effect of meteorological variables and air pollution. *Aerobiologia* 2011, 27: 191-202.
15. Parrado A.G., Barrera R.M.V., Rodriguez C.R.F., Maray A.M.V., Romero R.P., Fraile R., Gonzales D.F.: Alternative statistical methods for interpreting airborne Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) pollen concentrations. *Int. J. Biometeorol.* 2009, 53: 1-9.
16. Rodriguez-Rajo J., Gonzalez M.D., Maray A.V., Suarez F.J., Barrera R.M., Jato V.: Biometeorological characterization of the winter in the north-west Spain based on *Alnus* pollen flowering. *Grana* 2006, 45: 288-296.
17. Rogerieux F., Godfrin D., Sènèchal H., Motta A.C., Marlière M., Peltre G. et al.: Modifications of Phleum pre-tense Grass Pollen Allergens following Artificial Exposure to Gaseous Air Pollutants (O_3 , NO_2 , SO_2). *Allergy and Immunology* 2007, 143: 127-134.
18. Saar M., Gudžinskas Z., Ploompuu T., Linno E., Minkienė Z., Motiekaitytė V.: Ragweed plants and airborne pollen in the Baltic states. *Aerobiologia* 2000, 16: 101-106.
19. StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. 2008 [online: www.statsoft.com].
20. Stennet P.J., Beggs J.: Pollen in the atmosphere of Sydney, Australia, and relationships with meteorological parameters. *Grana* 2004, 42: 209-216.
21. Szczepanek K.: Pollen calendar for Cracow (South Poland) 1982-1991. *Aerobiologia* 1994, 10: 65-75.
22. Śpiewak R., Skórska C., Prażmo Z., Dutkiewicz J.: Bacterial endotoxin associated with pollen as a potential factor aggravating pollinosis. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996, 3: 57-59.

Adres do korespondencji:

dr Małgorzata Puc

Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody

Uniwersytetu Szczecińskiego

71-412 Szczecin, ul. Z. Felczaka 3c

e-mail: mapuc@univ.szczecin.pl