

Instytut Gruźlicy i Chorób Płuc Oddział Terenowy w Rabce Zdroju¹,

Instytut Botaniki w Krakowie²

Zakład Alergologii Przemysłowej w Krakowie³

JÓZEF GAWEL¹, KAZIMIERZ SZCZEPANEK², BARBARA BIŁO³,
RYSZARD KURZAWA

Ocena zależności pomiędzy stężeniem aeroalergenów a czynnikami meteorologicznymi na podstawie 10-letnich obserwacji w uzdrowisku Rabka Zdrój

Relationship Between Aeroallergens Concentration and Meteorological
Parameters in 10-Years Observations in Rabka Zdrój Health Resort

Synopsis. Celem badania było określenie składu i stężenia aeroalergenów w powietrzu Rabki Zdroju i ich związku z parametrami meteorologicznymi w latach 1992–2001. Materiałem analizowanym mikroskopowo były próby powietrza pobierane w sposób ciągły metodą wolumetryczną przy użyciu aparatu Burkarda. Dla określenia związku z czynnikami pogodowymi wykorzystano obserwacje meteorologiczne prowadzone w Rabce Zdroju. Wyniki: średnia temperatura i nasłonecznienie istotnie dodatnio wpływały na stężenie aeroalergenów, wilgotność względna ujemnie. Nie zaobserwowaliśmy ujemnej korelacji z opadami deszczu. Ekspozycja na poszczególne aeroalergeny w poszczególnych latach była zmienna (suma roczna, dzienne stężenia, długości okresu pojawiania się). Wnioski: ze względu na dużą zmienność stężenia aeroalergenów w kolejnych latach konieczne jest jego stałe monitorowanie. Wieloletni kalendarz aeroalergenowy umożliwia prognozowanie przebiegu sezonu pylenia w danej miejscowości szczególnie, gdy dostępne są prognozy pogodowe.

Słowa kluczowe – key words: stężenie aeroalergenów – aeroallergen concentration, czynniki meteorologiczne – meteorological parameters

WSTĘP

Stężenie pyłku i zarodników w powietrzu zależy od czynników meteorologicznych, topografii terenu, szaty roślinnej, dobowego przebiegu pylenia roślin,

zanieczyszczenia powietrza oraz czynników klimatycznych i pór roku określających sezon pylenia. Konieczne są wieloletnie, porównywalne obserwacje, na podstawie których można określić charakterystyczne cechy i właściwości bioklimatu danego obszaru. Istotne jest więc, aby badania koncentracji pyłku były prowadzone lokalnie, łącznie z obserwacjami klimatycznymi. Umożliwi to sporządzenie prognoz dotyczących początku pylenia danego gatunku i stężenia pyłku w sezonie w zależności od czynników meteorologicznych (Spieksma, 1991; Szczepanek i wsp., 1999; Gawęł wsp., 2000).

Środowisko atmosferyczne wywiera wpływ na każdy organizm żywy, a w wypadku schorzeń alergicznych istotny jest wpływ na człowieka, a także na stężenie aeroalergenów w powietrzu. Na podstawie dotychczasowych badań wydaje się, że np. opady deszczu są istotnym czynnikiem zmieniającym stężenie pyłku w powietrzu. Jednak każdy rejon klimatyczny czy określona lokalizacja może zaburzać przeprowadzone gdzie indziej spostrzeżenia. Rabka (530 m n.p.m., 19°5'E, 49°4'N) znajduje się w rejonie górskim, jednak jest położona w dolinie, osłonięta od wiatru, posiada duże nasłonecznienie. Te charakterystyczne cechy klimatu Rabki mogą wpływać w istotny sposób na przebieg sezonu pylenia (Kornaś, 1955; Kozłowska-Szczęśna i wsp., 2002).

Celem pracy była obserwacja zależności pomiędzy czynnikami meteorologicznymi a stężeniem aeroalergenów roślin i zarodników grzybów pleśniowych w powietrzu Uzdrowiska Rabka Zdrój w latach 1992–2001.

MATERIAŁ I METODA

Materiałem analizowanym mikroskopowo pod względem składu oraz stężenia pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych w powietrzu były próby zbierane w sposób ciągły w latach 1992–2001 metodą wolumetryczną przy użyciu aparatu Burkarda, umieszczonego na wysokości 15 m nad poziomem gruntu, na otwartej przestrzeni. Stanowisko pomiaru zlokalizowane było na terenie Zespołu Pediatrycznego Instytutu Gruźlicy i Chorób Płuc w Rabce. Pyłek roślin i zarodniki grzybów oznaczano i liczono w 12 pasach pionowych dobowego preparatu i na tej podstawie określano dobowe stężenia ziaren pyłku i zarodników w 1 m³ powietrza (m³ · 24 h⁻¹). Uzyskane w ten sposób wartości dobowe były podstawą obliczeń sum rocznych ziaren pyłku i zarodników wybranych taksonów oraz średnich wartości dobowych z 10 lat pomiarów. Rozpoznawano i liczono ziarna pyłku lub zarodniki następujących grup i rodzajów roślin oraz grzybów: drzewa (brzoza, buk, dąb, jałowiec, jesion, kasztan, klon, leszczyna, olcha, sosna, świerk, topola, wierzba), trawy (trawy, zboża), rośliny zielne (babka, szczaw, pokrzywa, bylica, komosa), grzyby (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*) (Dyakowska, 1959; Faegri i in., 1989; Gawęł i in., 2000).

W określeniu zależności wykorzystano spostrzeżenia meteorologiczne z obserwacji prowadzonych w Rabce Zdroju w latach 1992–2001 otrzymane z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Krakowie. Porównywano dane dla konkretnych dni, określając obecność istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) pomiędzy stężeniem danego taksonu w powietrzu a wybranymi czynnikami meteorologicznymi w programie Statistica 5.5 (StatSoft, Inc).

WYNIKI

Stwierdzano obecność ziaren pyłku roślin przede wszystkim w próbach pochodzących z sezonu wegetacyjnego, pojedyncze ziarna były obecne także w miesiącach poza sezonem. Ziarna pyłku poszczególnych taksonów występowały w największej liczbie w porze ich kwitnienia. Ogólnie występowanie pyłku roślin w powietrzu rozpoczynało się przeważnie w lutym, a kończyło w końcu sierpnia lub we wrześniu.

Stężenia pyłku poszczególnych taksonów powtarzały regularną sezonową cykliczność roczną i kolejność pojawiania się, zwłaszcza w zakresie wartości maksymalnych. Opóźnienia w pojawianiu się pyłku były wyraźnie skorelowane z warunkami pogodowymi i dotyczyły pyłku roślin występującego najwcześniej w cyklu rocznym: leszczyna, olsza, w mniejszym stopniu jałowiec, wiąz, topola, wierzba i jesion.

Tylko część z rozpoznawanych i analizowanych ziarn pyłku roślin i zarodników grzybów ma istotne znaczenie jako czynniki wywołujące objawy chorobowe u osób alergicznych. Przyjmuje się, że objawy powinny pojawiać się u osób średnio uczulonych przy stężeniach pyłku powyżej $20 \text{ ziaren} \cdot \text{m}^3 \cdot 24 \text{ h}^{-1}$, a jeśli chodzi o grzyby to przy stężeniu powyżej $100 \text{ zarodników} \cdot \text{m}^3 \cdot 24 \text{ h}^{-1}$. Zestawienie obejmujące parametry występowania najistotniejszych z alergologicznego punktu widzenia gatunków roślin i zarodników grzybów pleśniowych przedstawiono w tabeli 1. W poszczególnych latach zaobserwowano znaczne wahania długości trwania okresu występowania pyłku danego taksonu, zmienną liczbę dni z istotnym (tzn. dającym objawy) stężeniem, różne daty wystąpienia dni z maksymalnym stężeniem, a także wynoszące nawet kilka rzędów wielkości różnice pomiędzy maksymalnymi dobowymi stężeniami.

Analizując całkowitą liczbę ziaren pyłku i zarodników można zauważyć, że w poszczególnych latach liczba ziaren ulegała znacznym wahanom, podobnie jak sumy roczne (suma roczna wszystkich ocenianych taksonów wahała się od 25 101 do 124 517 $\text{ziaren} \cdot \text{m}^3$). W sumach rocznych dominowały procentowo zarodniki, a wśród roślin ziarna pyłku drzew (tab. 2). Pyłek drzew występował w pierwszej połowie roku, a od około połowy maja do końca sezonu wegetacyjnego dominował pyłek traw i roślin zielnych.

W okresie 1992-2001 korelacja dobowych stężeń ziaren pyłku i zarodników zasadniczo była dodatnia z temperaturą (z wyjątkiem olszy), a ujemna z wilgotnością powietrza i zachmurzeniem. W tabeli 3 zebrano szczegółowo istotne korelacje stężenia pyłku lub zarodników wybranych taksonów z poszczególnymi parametrami meteorologicznymi.

Tab. 1. Charakterystyka występowania uczulających taksonów oraz ich udział w sumie rocznej w latach 1992–2001

Occurrence of allergenic pollen and spores and their proportional part in the annual sum in years 1992–2001

Takson Taxon	Liczba dni w roku z obecnością pyłku, zarodników Days with pollen, spores presence	Liczba dni ze stężeniem ziarn $>20\text{-m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$, zarodników $>100\text{-m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$ Days with the concentrations: pollen grains $>20\text{-m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$, spores $>100\text{-m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$	Zakres dat wystąpienia stężenia maksymalnego Range of the dates with max. concentrations	Dobowe stężenia maksymalne ($\text{m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$) Daily max. concentration ($\text{m}^3\cdot24\text{ h}^{-1}$)	Udział w sumie rocznej % Part of the annual sum %
Brzoza Birch	21–64	2–18	18.IV–4.V	49–1592	0.2–6.6
Leszczyna Hazel	9–84	0–15	21.I–2.V	8–320	0.03–1.9
Olsza Alder	16–67	0–33	2.III–11.V	4–633	0.1–3.3
Topola Poplar	3–36	0–2	26.III–11.VIII	2–36	0–0.2
Wierzba Willow	14–49	0–3	18.IV–16.V	3–36	0.02–0.3
Trawy Grasses	68–112	2–33	19.V–17.VII	31–10751	0.7–16.8
Zboża Cereals	7–25	0–1	7.VI–29.VII	6–174	0.02–0.2
Babka Plantain	24–84	0–5	27.V–3.VIII	7–62	0.06–0.6
Pokrzywa Nettle	51–111	2–51	14.VII–23.VIII	60–584	0.7–5.1
Bylica Motherwort	10–42	0–1	14.VI–21.VIII	2–28	0.03–0.2
Komosa Goose-foot	13–53	0–6	4.VII–10.IX	3–189	0.03–0.6
<i>Alternaria</i>	79–163	0–5	2.VII–3.IX	51–381	0.9–3
<i>Cladosporium</i>	189–281	49–136	25.VI–22.IX	743–9947	60.8–78.9

Tab. 2. Sumy roczne i procentowy udział grup ziaren pyłku i zarodników w latach 1992–2001
Annual sums and proportional part according to the analyzed groups in the years 1992–2001

Grupa Group	Sumy roczne – zakres Min – Max (suma. $\text{m}^3\cdot24\text{h}^{-1}$) Annual sums – range Min-Max (sum. $\text{m}^3\cdot24\text{h}^{-1}$)	% udział w sumach rocznych Min – Max Part of the annual sums % Min – Max
Razem – Total	25 101–124 517	
Drzewa – Trees	1 885–16 166	1,84–18,23
Trawy – Grasses	371–21 075	0,69–16,93
Zielne – Herbaceous	536–5 742	1,10–5,90
Grzyby – Fungi	21 361–99 638	73,69–90,36

Tab. 3. Istotne korelacje stężenia wybranych taksonów z czynnikami meteorologicznymi (PW – prędkość wiatru, T – temperatura, W – wilgotność, O – opad deszczu, Z – zachmurzenie, 6 – o godz. 6, 12 – o godz. 12, 18 – o godz. 18)

Significant correlations between concentrations of chosen species and meteorological parameters (PW – wind velocity, T – temperature, W – humidity, O – rainfall, 6 – at 6 a.m., 12 – at the noon, 18 – at 18 p.m.)

Takson Taxon	Korelacja dodatnia Positive correlation	Korelacja ujemna Negative correlation
Brzoza Birch	T12, T18	Z6
Buk Beech	T12, T18	
Sosna Pine	T12, T12	W6, W12, W18, Z6, Z12, Z18
Trawy Grasses	T6	O
Pokrzywa Nettle	T6, T12, T18, W6, W18, O	PW6, PW12, Z6, Z12, Z18
Bylica Motherwort	T12, T18	PW6, W12, Z6, Z12
Babka Plantain	T6, T12, T18	Z6, Z12, Z18
<i>Alternaria</i>	T6, T12, T18, W6	PW6, PW12, PW18, W12, W18, Z6, Z12, Z18
<i>Cladosporium</i>	T6, T12, T18, W6	PW6, W12, Z6, Z12, Z18

DYSKUSJA

Dziesięcioletnie obserwacje potwierdzają regularność pojawiania się poszczególnych taksonów w cyklach rocznych, regularność następowania po sobie lub równoczesnego występowania, szczególnie w odniesieniu do okresu maksymalnego stężenia ziaren danego pyłku. Stwierdzano pewne rozbieżności pomiędzy datami występowania pojedynczych ziaren poza sezonem (poza zwartym okresem występowania). Pyłek występujący po sezonie, częściej wykazywany w próbach zbieranych metodą grawimetryczną, pochodzi zapewne z przemieszczenia ziaren pyłku z pierwotnego miejsca osadzenia. Przed sezonem zwanego występowania pojawiające się ziarna mogą pochodzić z pojedynczych kwiatów zakwitających w kwiatostanach. Najczęściej są to ziarna pyłku olszy, brzozy, sosny i traw. Pyłek roślin stwierdzany poza zwartym okresem występowania stanowi niewielki odsetek rocznych sum ziaren pyłku, nie zmienia on obrazu zwanego okresu i raczej nie wywołuje reakcji uczuleniowych, gdyż nie osiąga odpowiednich stężeń. Są to zasadniczo ściany ziarna pyłku nie zawierające alergenu (Spielsma, 1991; Pehkonen i in., 1994; Szczepanek i in., 1999).

Suma roczna umożliwia ocenę ekspozycji na dany aeroalergen przez cały rok, umożliwia również porównanie stężenia pomiędzy poszczególnymi latami. Ekspozycja na poszczególne aeroalergeny w wybranych latach znacznie się różniła, co miało swoje odbicie w różnicach rocznej sumy ziaren pyłku i zarodników, różnym dziennym stężeniu ziaren i w różnej długości sezonu pyłkowego. Ze względu na wykazane duże zmienności w cyklu rocznym w stężeniu aeroalergenów konieczne jest prowadzenie stałego monitorowania obecności ziaren pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych.

Istotna korelacja stwierdzana dla wielu gatunków roślin z temperaturą powietrza jest wytłumaczalna przez zwiększenie pylenia w dniach ciepłych, istotniejsza wydaje się temperatura w godzinach południowych i popołudniowych niż rannych, mimo że część roślin pyli najintensywniej w godzinach przedpołudniowych. Zastanawiający jest natomiast brak ujemnej korelacji z opadami deszczu, a nawet w wypadku pokrzywy stężenie ziaren pyłku zwiększało się w dniach z opadami. Jeśli chodzi o zarodniki pleśni to wzrost temperatury zwiększał ich stężenie, natomiast wilgotność i wzrost prędkości wiatru wpływała na obniżenie ich stężenia, co mogło wynikać ze zmniejszenia ilości uwalnianych zarodników w warunkach wilgotnych lub szybszym ich osadzaniem się. Tutaj również brak było istotnego wpływu opadów. Być może wiąże się to z charakterystyką klimatu Rabki, który cechuje mała ilość słabych wiatrów, silne nasłonecznienie i niewielka ilość opadów. Opady dominują w porze letniej (czerwiec/lipiec) stąd prawdopodobnie jedyny stwierdzany właśnie dla traw ujemny związek opadów ze stężeniem pyłku.

Roczne zmienności stężenia ziaren pyłku roślin i zarodników grzybów, uwarunkowania biologiczne i ekologiczne, a także zmienność warunków pogodowych i zestawienia syntetyczne pomiarów z kilku lat mogą być wykorzystane w alergologii dla opracowania odpowiednich działań prewencyjnych, jak również do oceny skuteczności prowadzonego leczenia (Obtułowicz, 1999).

WNIOSKI

1. Ekspozycja na poszczególne aeroalergeny w wybranych latach znacznie się różniła.
2. Ze względu na wykazane duże zmienności w cyklu rocznym w stężeniu aeroalergenów konieczne jest prowadzenie stałego monitorowania obecności ziaren pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych.
3. Wśród badanych taksonów najliczniej występowały zarodniki *Cladosporium*.

4. Współczynniki korelacji liniowej czynników meteorologicznych z dobowymi stężeniami ziaren pyłku i zarodników zasadniczo były dodatnie dla temperatury, ujemne dla wilgotności powietrza i zachmurzenia.

5. Zestawienia syntetyczne pomiarów z kilku lat mogą być wykorzystane w alergologii dla opracowania odpowiednich działań prewencyjnych oraz do oceny skuteczności leczenia.

PIŚMIENNICTWO

- Dyakowska J., 1959. Podręcznik Palynologii. Wyd. Geol. Warszawa.
- Faegri K., Iversen J., 1989. Textbook of Pollen Analysis IV edit., K. Faegri, P.E. Kaland, K. Krzywinski (edit. J.Wiley & Sons Chichester).
- Gaweł J., Szczepanek K., Halota A., Gaweł B., Kurzawa R., 2000. Aeroalergeny pyłku roślin i zarodników grzybów pleśniowych Uzdrowiska Rabka w latach 1992–1999. I. Monitoring aerobiologiczny. *Acta Pneumonol. Allergol. Pediatr.*, 3: 3, 17–24.
- Kornaś J., 1955. Charakterystyka geobotaniczna Gorców. *Monographiae Bot.* 3: 1–216.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002. Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie. *Monografie Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN* 3.
- Obtułowicz K., 1999. Znaczenie monitoringu aeroalergenów w diagnostyce i ocenie skuteczności leczenia alergicznych chorób układu oddechowego. *Pneumonol. Pol.*, 67: supl.1, 92–95.
- Pehkonen E., Rantio-Lehtimäki A., 1994. Variations in airborne pollen antigenic particles caused by meteorologic factors. *Allergy*, 49: 472–477.
- Spieksma F.Th.M., 1991. Regional European Pollen Calendars, In: G. A'Damato, F.Th.M. Spieksma, S. Bonini (edit.). *Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Szczepanek K., Gaweł J., Halota H., 1999. Pyłek roślin i jego stężenie w powietrzu Uzdrowiska Rabka (Karpaty Zachodnie) w latach 1992–1996. *Bibli. Fragm. Agronom.*, 6: 189–201.

SUMMARY

Allergy symptoms have been shown to correlate with the atmospheric content of aeroallergens (plant pollen, fungal spores), which is influenced by meteorological factors. The aim of the present study was to determine the composition of aeroallergens in the air of Rabka Zdroj resort and the relationship with meteorological parameters in the years 1992–2001. The material consisted of air samples obtained continuously using Burkard Spore Trap and meteorological observations. Aeroallergen concentration showed a significant positive correlation with the temperature and the sun exposition, and a negative one with humidity. We observed a lack of correlation with rainfall. Exposition to individual allergens varied yearly (annual sum, daily concentrations, duration of the period of appearance). Because of high variability of aeroallergen concentrations over the years, its continuous monitoring is mandatory. A long-term aeroallergen calendar makes possible the prognosis of the pollen season in a given location, especially when the weather forecast is accessible.