

## DOBOWA DYNAMIKA WYSTĘPOWANIA ALERGENNEGO PYŁKU TRAW W KRAKOWIE W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH

### Intradiurnal dynamics of the allergenic grass pollen in Krakow in relation to the meteorological conditions

KATARZYNA PIOTROWICZ\*, DOROTA MYSKOWSKA\*\*, KATARZYNA LEŚKIEWICZ\*\*\*

**Zarys treści.** W pracy określono prawidłowości w dobowym przebiegu liczby ziaren pyłku traw (*Poaceae*) w zależności od warunków meteorologicznych. W tym celu wykorzystano godzinne dane z monitoringu aerobiologicznego w Krakowie z lat 2003–2014. Stwierdzono, że w ciągu doby suma ziaren pyłku traw jest bardzo zróżnicowana. Zależy m.in. od terminu kwitnienia poszczególnych gatunków traw i warunków meteorologicznych. W ciągu doby zaobserwowano występujący dość często dwukrotny wzrost liczby ziaren pyłku traw w godzinach 6.00–9.00 oraz 16.00–20.00 CSE. Z uwagi na to, że w dużym ośrodku miejskim jakim jest Kraków ziarna pyłku są nawiewane nawet z dość odległych źródeł, to ich liczba może znacznie odbiegać od tej wynikającej z uwalniania przez trawy rosnące na danym obszarze. Wskazano także, że opad atmosferyczny nie zawsze oczyszcza powietrze z ziaren pyłku. Dość często nawet po intensywnym opadzie liczba ziaren dość szybko wzrosła, co niewątpliwie przyczyniało się do zaostrzenia objawów chorobowych wśród alergików.

**Słowa kluczowe:** ziarna pyłku traw, *Poaceae*, warunki meteorologiczne, Kraków

**Abstract.** This study defines some regularities of the intradiurnal dynamics of grass pollen grain numbers (*Poaceae*) against a background of meteorological conditions. For this reason, hourly pollen data obtained during the aerobiological monitoring were used in Krakow in 2003–2014. It was found, that the hourly pollen counts differed clearly. It depended on the time of flowering of the different grass species and meteorological conditions. During the day (24 hrs two occurrences of an increase in the pollen count were observed, in 6.00–9.00 AM and 4.00–8.00 PM (UTC+1). Due to the fact that in Krakow, a great urban centre, pollen grains are wind-blown from fairly distant sources, the number of grains may differ significantly from that resulting from the release of grasses growing in a given area alone. It was also noted that precipitation does not always clean the air from pollen grains. Often, even after intensive precipitation, the number of grains increased rather quickly, which undoubtedly contributed to the exacerbation of symptoms among allergy sufferers.

**Key words:** grass pollen grains, *Poaceae*, meteorological conditions, Krakow

## Wprowadzenie

W Polsce od kilkudziesięciu lat notuje się wzrost zachorowalności na alergię pyłkową. Około 20% populacji choruje na alergiczny nieżyt nosa, którego główną przyczyną są roztocza kurzu domowego i występowanie w powietrzu alergenów pyłku roślin wiatropylnych, przede wszystkim traw (*Poaceae*) (Weryszko-Chmielewska 2007; Samoliński 2008; Samoliński i in. 2009). Na ziarna pyłku tych roślin jest uczulonych prawie 90% pacjentów z pyłkownicą, sezo-

nowym zapaleniem błony śluzowej nosa i spojówek (Obtułowicz i in. 1990, 1991).

Trawy (*Poaceae*) są głównym komponentem roślinności łąkowej, pastwiskowej i stepowej. W Polsce rośnie ich około 200 gatunków (Falkowski 1982; Frey 2007). Zalicza się do nich m.in. żyto (*Secale cereale*), kukurydzę (*Zea mays*), pszenicę (*Triticum aestivum*), owies (*Avena sativa*) i jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare*) oraz grzebienicę pospolitą (*Cynosurus cristatus*), kłosówkę wehmiastą (*Holcus lanatus*) czy mietlicę pospolitą (*Agrostis capillaris*) (tab. 1). W monitoringu aeropalinologicznym

\* Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, ul. Gronostajowa 7, 30–387 Kraków; e-mail: k.piotrowicz@uj.edu.pl

\*\* Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Zakład Alergologii Klinicznej i Środowiskowej, ul. Śniadeckich 10, 31–531 Kraków; e-mail: dorota.myszkowska@uj.edu.pl

\*\*\* Uniwersytet Jagielloński, Instytut Informatyki i Bibliotekoznawstwa, ul. Łojasiewicza 4, 30–348 Kraków; e-mail: katarzyna.leskiewicz@uj.edu.pl

ocena mikroskopowa ziaren pyłków poszczególnych gatunków jest bardzo trudna, dlatego do celów aerobiologicznych pozycję taksonomiczną stanowi rodzina *Poaceae* z oddzielnym wyróżnieniem zbóż (Myszkowska, Jenner 2009). Z uwagi na to, że różne gatunki kwitną w nieco

innym czasie (tab. 1), ziarna pyłku traw obecne są w powietrzu przez znaczną część okresu wegetacyjnego. Ich okres kwitnienia trwa najczęściej od maja do października (Rapiejko, Weryszko-Chmielewska 1998).

Tabela 1

Terminy kwitnienia i godziny uwalniania się pyłku z pylników wybranych gatunków traw (Szafer i in. 1988; Maślankiewicz 1957 za Myszkowska, Jenner 2009, nieznacznie zmienione)

Time of flowering and time of pollen grains release of selected grass species (Szafer *et al.* 1988; Maślankiewicz 1957 by Myszkowska, Jenner 2009, slightly changed)

Gatunek traw	Termin kwitnienia	Otwieranie pylników (godz.)
Tomka wonna ( <i>Anthoxanthum odoratum</i> )	IV–VI	7.00–8.00
Wiechlina łąkowa ( <i>Poa pratensis</i> )	V–VIII	4.00–5.00, 21.00–5.00
Życica trwała ( <i>Lolium perenne</i> )	V–IX	8.00–16.00
Kupkówka pospolita ( <i>Dactylis glomerata</i> )	V–VIII	6.00–7.00, 1.00–10.30
Kłósówka wełnista ( <i>Holcus lanatus</i> )	VI–VIII	6.00–7.00, 19.00–20.00
Kostrzewa ( <i>Festuca elatior</i> )	VI–VIII	6.00–7.00
Tymotka łąkowa ( <i>Phleum pratense</i> )	VI–VII	7.00–8.00
Mietlica pospolita ( <i>Agrostis vulgaris</i> )	VI–VII	11.00–12.00
Trzęślica modra ( <i>Molinia caerulea</i> )	VII–X	12.00–13.00
Perz właściwy ( <i>Elymus repens</i> )	VI–VII	16.00–17.00

Przeprowadzone m.in. przez Rapiejko i Weryszko-Chmielewską (1998) badania doprowadziły do wniosku, że zanieczyszczenia powietrza (ozon, dwutlenek siarki, tlenki azotu i formaldehyd) nie tylko dodatkowo przyczyniają się do zwiększenia zachorowalności na alergię wziewną, działając jako adiuwanty dla naturalnych składników powietrza, ale także silnie wpływają na wartości progowe stężenia pyłku roślin w powietrzu, niezbędne do wywołania objawów uczuleniowych u pacjentów. W Warszawie (duże zanieczyszczenie powietrza), w grupie osób z alergią na pyłek traw, objawy pyłkowicy obserwowano u wszystkich badanych przy średnim dobowym stężeniu 53 ziarna/m<sup>3</sup>. U połowy badanych ta wartość progowa wynosiła 41 ziarna/m<sup>3</sup>. Na Mazurach, które reprezentowały obszar o zdecydowanie mniejszym zanieczyszczeniu powietrza, odpowiednie wartości progowe wynosiły 71 i 62 ziarna/m<sup>3</sup> (Rapiejko, Weryszko-Chmielewska 1998). Dalsze analizy wskazywały, że u tych samych pacjentów, ale przebywających w najbardziej zanieczyszczonych miastach, Chrzanowie i Katowicach, do wywołania objawów alergicznych wystarczające jest stężenie 36 ziaren pyłku traw w 1 m<sup>3</sup> powietrza (Rapiejko 1998). Dlatego też badania stężenia

ziaren pyłku traw w miastach mają duże znaczenie aplikacyjne.

W okresie pylenia traw istotnymi czynnikami wpływającymi na poziom stężenia pyłku w powietrzu są: zachmurzenie, usłonecznienie, opady atmosferyczne i wiatr (Piotrowicz, Myszkowska 2008). Zdaniem Piotrowskiej (2006) na rozpoczęcie sezonu ma wpływ temperatura powietrza (średnia, maksymalna i minimalna) w marcu i kwietniu. Chłopek i Dąbrowska-Zapart (2011) analizując stężenie pyłku traw w Sosnowcu stwierdziły, że na sumy roczne ziaren pyłku traw dodatnio oddziaływały opady atmosferyczne w maju, co wskazuje, że wyższa suma opadów na początku sezonu pylenia ma wpływ na wielkość sum rocznych pyłku tego taksonu. Według Autorek stężenie dobowe wzrastało wraz ze wzrostem temperatury i usłonecznienia, a malało przy wysokiej wilgotności względnej powietrza i w czasie opadów atmosferycznych. W ciągu słonecznego dnia otwierają się pylniki, z których wydostają się ziarna pyłku, jednak zbyt wysokie wartości temperatury powietrza hamują ten proces. Poszczególne gatunki traw w różnych porach doby otwierają kwiaty uwalniające pyłek (Dowing 1987). Terminy kwitnienia i godziny uwalniania się zia-

ren wybranych gatunków traw przedstawiono w tabeli 1.

Pomimo dość znacznej liczby prac dotyczących stężenia pyłku traw w powietrzu, bardzo niewiele opracowań dotyczyło dobowej dynamiki jego występowania (godzinnych wartości liczby ziaren). Dlatego celem niniejszego opracowania jest określenie prawidłowości w dobowym przebiegu liczby ziaren pyłku traw w Krakowie, z uwzględnieniem przebiegu wybranych warunków meteorologicznych.

## Materiały źródłowe i metody opracowania

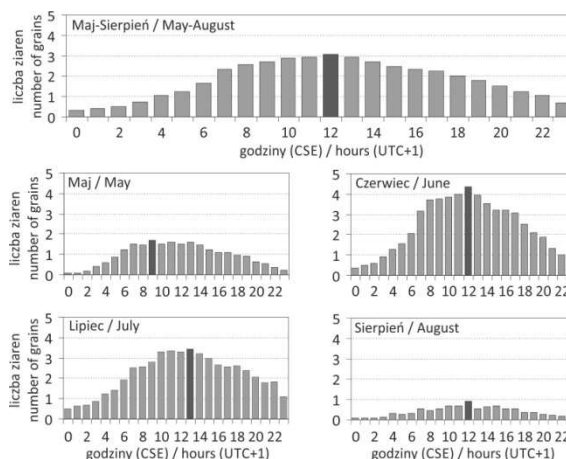
Do analizy wykorzystano godzinne wartości liczby ziaren pyłku traw oraz wybranych elementów meteorologicznych (opadów atmosferycznych, wilgotności względnej powietrza, słonecznienia oraz prędkości wiatru) pochodzące ze Stacji Klimatologicznej UJ z lat 2003–2014. Sumy ziaren w poszczególnych godzinach, np. 12.00, oznaczają ich występowanie w powietrzu pomiędzy 11.00 a 12.00 czasu środkowoeuropejskiego (CSE). Pomiar aeropalinologiczne prowadzono metodą wolumetryczną za pomocą aparatu VPPS 2000 firmy Lanzoni. Był on ustawiony na dachu Collegium Śniadeckiego UJ (220 m n.p.g.), około 300 m od ogródka meteorologicznego. Szczegółowe informacje dotyczące lokalizacji stacji można znaleźć we wcześniejszych publikacjach (Piotrowicz, Myszkowska 2008; Myszkowska, Jenner 2009).

Na podstawie wcześniejszych analiz stwierdzono, że sezon pyłkowy traw w Krakowie w wieloletnim okresie 1992–2014 rozpoczął się średnio 17 maja, a kończył 11 sierpnia (Myszkowska i in. 2015). W skrajnych przypadkach jego początek miał miejsce już 30 kwietnia (w 2009 roku), zaś koniec dopiero 2 września (w 1994 roku). W związku z powyższym analizę godzinnych wartości liczby ziaren pyłku traw podzielono na poszczególne miesiące, uwzględniając okres od maja do sierpnia oraz łącznie te cztery miesiące.

## Wyniki

W ciągu doby w całym sezonie (maj–sierpień) najwyższa średnia godzinna liczba ziaren występowała w południe (11.00–12.00 CSE), natomiast w poszczególnych miesiącach zaznaczyły się wyraźne różnice (rys. 1). Na początku sezonu pyłkowego (maj) średnio najwięcej ziaren pyłku traw przypadało na godziny poranne i oko-

łopołudniowe (średnio 1,0–1,5), z maksimum o 9.00 (1,7). W czerwcu, czyli w pełni sezonu pyłkowego, zaznaczał się dość wyraźny wzrost liczby ziaren w godzinach 6.00–7.00, z maksimum w południe (średnio 4,4) i powolnym ich spadkiem od 15.00–16.00. W lipcu maksimum liczby ziaren było przesunięte w czasie, przypadało bowiem na godziny wczesnopołudniowe (13.00) (rys. 1). Pod koniec sezonu, w sierpniu, liczba ziaren pyłku traw była niewielka i przyjmowała najwyższe wartości w południe.

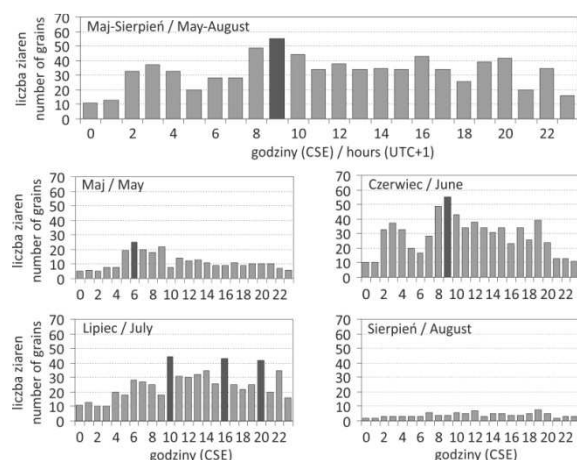


Rys. 1. Średnia godzinna liczba ziaren pyłku traw w okresie od maja do sierpnia w Krakowie w latach 2003–2014

Mean hourly number of grass pollen grains from May to August in Krakow in the period 2003–2014

Średnie godzinne wartości nie do końca oddają rzeczywisty przebieg liczby ziaren pyłków. Dla alergików istotne są ich rzeczywiste wartości w ciągu doby, a zwłaszcza w konkretnych porach dnia. Wysokie godzinne wartości liczby ziaren mogą bowiem zaostrzać objawy alergiczne i wskazywać kiedy nie powinno się wychodzić poza pomieszczenia czy wietrzyć mieszkania. Z tego powodu analizie poddano również maksymalne godzinne wartości liczby ziaren traw w poszczególnych miesiącach. Okazało się, że w maju stosunkowo wysokie wartości (około 20 ziaren w m<sup>3</sup>), występują już w godzinach wczesnoporannych (6.00) i porannych, do 9.00 (rys. 2), zaś w pozostałych godzinach wartości nie przekraczają 15 ziaren. W czerwcu alergicy są narażeni na wysokie stężenia godzinne (ponad 30 ziaren) już od godziny 2.00–3.00 do 4.00–5.00, potem następuje może nieznaczny spadek liczby ziaren i ponowny jego wzrost w godzinach 8.00–20.00, z maksimum o 9.00. W lipcu wysokie wartości przypadały w aż w trzech godzinach: 10.00, 16.00 i 20.00. Liczba

ziaren pyłku traw wynosiła wówczas ponad 40. Pod koniec sezonu maksymalne godzinne wartości są już bardzo niewielkie, w analizowanym okresie nie osiągały nawet 10 ziaren (rys. 2).



Rys. 2. Maksymalna godzinna liczba ziaren pyłku traw w okresie od maja do sierpnia w Krakowie w latach 2003–2014

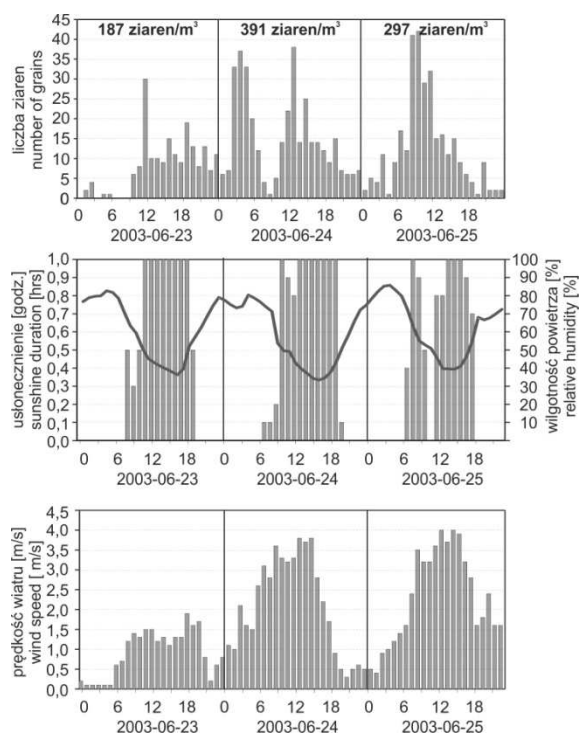
Maximum hourly number of grass pollen grains from May to August in Krakow in the period 2003–2014

W dalszej analizie uwzględniono dni, w których dobowe stężenie przekraczało wartości progowe, wywołujące objawy uczuleniowe. Jak wspomniano we wstępie są one różnie definiowane. W niniejszym opracowaniu przyjęto, że wynosi ono  $50 \text{ ziaren/m}^3$ . W analizowanym wieloleciu takich dni było 186. Dla lepszego zobrazowania wpływu warunków meteorologicznych na godzinne stężenie ziaren wybrano także 34 dni z dobową sumą traw ponad  $100 \text{ ziaren/m}^3$ . Przykładowe, najbardziej reprezentatywne przebiegi stężenia traw w różnych typach pogody, przedstawiono na rys. 3, 4, 5.

Jak już wspomniano wysoka liczba ziaren pyłku traw najczęściej wstępuje w czerwcu. W słoneczny, ciepły dzień w pełni sezonu kwitnienia, pylniki najczęściej otwierają się już w godzinach wczesnoporannych (6.00), dlatego też liczba ziaren dość wyraźnie wzrasta i często utrzymuje się do godzin wieczornych (20.00) na poziomie około  $20\text{--}30 \text{ ziaren/m}^3$ . Nawet wzrost zachmurzenia i wartości temperatury powietrza w ciągu dnia nie wykazały istotnego wpływu na dobowy przebieg liczby ziaren traw. Większą zależność stwierdzono pomiędzy temperaturą powietrza a sumą roczną ziaren oraz początkiem, końcem i długością trwania sezonu pyłkowego traw.

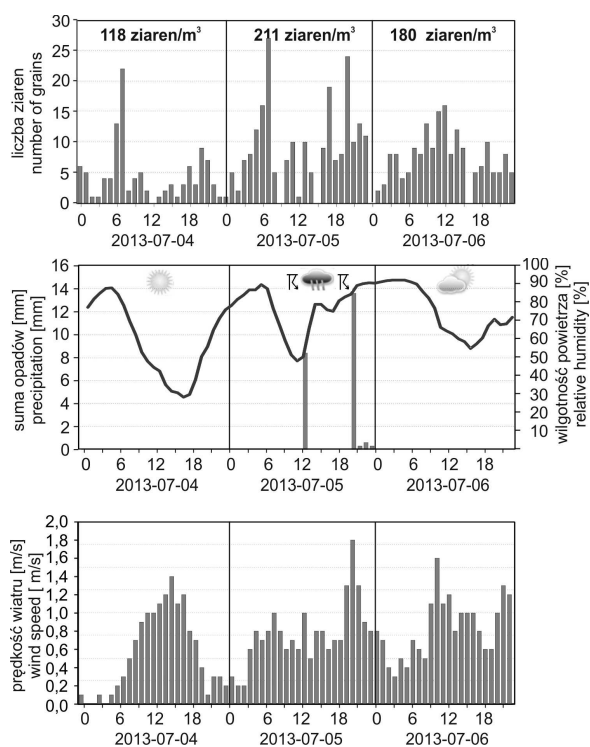
Zdecydowanie większy wpływ na liczbę ziaren traw ma zmiana wilgotności powietrza i/lub

prędkości wiatru. Spadek wilgotności względnej powietrza, zwłaszcza w nocy, gdy najczęściej jest ona wysoka, przyczynia się do wzrostu liczby ziaren. Dodatkowym czynnikiem zwiększającym, ale też zmniejszającym liczbę ziaren w powietrzu, jest wzrost prędkości wiatru. Wiatr bowiem może „oczyszczać” powietrze, wywiewając ziarna z obszaru miasta, ale też je nawiewać z przyległych terenów zielonych i parków miejskich oraz kwitnących łąk zlokalizowanych poza miastem, jak również ponownie wprowadzać do atmosfery zdeponowane ziarna na powierzchni (redepozycja). Właśnie taki przypadek ilustruje przebieg godzinny liczby ziaren pyłku traw w dniu 24 czerwca 2003 roku (rys. 3). Nocny (godz. 3.00–6.00) wzrost liczby ziaren pyłku wystąpił przy spadku wilgotności i wzroście prędkości wiatru. Doba wcześniejsza i późniejsza (23 i 25 czerwca 2003 roku) obrazowały najczęstszy przebieg godzinny liczby ziaren traw w pogodny dzień, z bardzo słabym wiatrem w godzinach nocnych i wzrostem jego prędkości w godzinach okołopołudniowych.



Rys. 3. Dobowy przebieg liczby ziaren pyłku traw oraz godzinne wartości usłonecznienia (godz.), wilgotności względnej powietrza (%) i prędkości wiatru (m/s) w Krakowie w dniach od 23 do 25 maja 2003 roku

Intradiurnal dynamics of grass pollen amount and sunshine hours (hrs), relative humidity (%) and wind speed (m/s) in Krakow from the 23<sup>rd</sup> to the 25<sup>th</sup> of May 2003

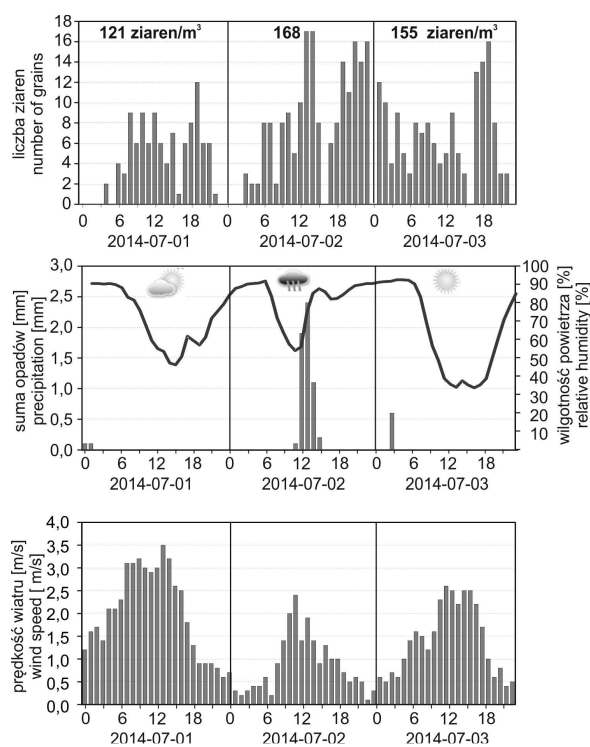


Rys. 4. Dobowy przebieg liczby ziaren pyłku traw oraz godzinne wartości sum opadów atmosferycznych (mm), wilgotności względnej powietrza (%) i prędkości wiatru (m/s) w Krakowie w dniach od 4 do 6 lipca 2013 roku

Intradiurnal dynamics of grass pollen content and hourly sum of precipitation (mm), relative humidity (%) and wind speed (m/s) in Krakow from the 4<sup>th</sup> to the 6<sup>th</sup> of July 2013

Jak już wspomniano, w lipcu wysoka liczba ziaren pyłku traw w ciągu doby może występować aż w trzech godzinach, dlatego też w pogodne dni należy unikać kontaktu z alergenami już od wczesnych godzin porannych, aż do wieczora (rys. 4; 4 i 6 lipca 2013 roku). Na przykładzie przebiegu wartości w dniu 5 lipca 2013 roku przedstawiono natomiast jaki wpływ wywiera opad atmosferyczny na liczbę ziaren pyłku traw (rys. 4). Tego dnia w godzinach 13.00–14.00 oraz 21.00–00.00 wystąpił opad atmosferyczny, któremu towarzyszyła burza. O ile po południu liczba ziaren pyłku dość wyraźnie spadła, o tyle w godzinach nocnych ich wartości utrzymywały się nawet na dość wysokim poziomie. Dopiero po północy kolejnego dnia ich liczba wyraźnie spadła, niemniej jednak nad ranem ponownie nastąpił ich wzrost.

Potwierdzeniem tego, że opad atmosferyczny, nawet dość intensywny, nie zawsze powoduje wypłukanie ziaren pyłku traw z powietrza, a jeśli już to na dość krótko, jest także przebieg



Rys. 5. Dobowy przebieg liczby ziaren pyłku traw oraz godzinne wartości sum opadów atmosferycznych (mm), wilgotności względnej powietrza (%) i prędkości wiatru (m/s) w Krakowie w dniach od 1 do 3 lipca 2014 roku

Intradiurnal dynamics of grass pollen content and hourly sum of precipitation (mm), relative humidity (%) and wind speed (m/s) in Krakow from the 1<sup>st</sup> to the 3<sup>rd</sup> of July 2014

wartości sumy ziaren przedstawionych na rys. 5 (zwłaszcza 2 lipca 2014 roku). Opad o natężeniu 1–2 mm/godz., występujący przez 3 godziny, nie był w stanie szybko oczyścić atmosfery z ziaren. Po zaledwie dwóch godzinach od jego zakończenia liczba ziaren ponownie wróciła do wartości równej lub wyższej od 10 (rys. 5). Warto zaznaczyć, że opad atmosferyczny często powoduje wzrost wilgotności powietrza przyczyniając się do występowania zjawiska osmozy – ziarna pyłku wchłaniają wilgoć, pęcznieją i pękają. Wydostaje się wówczas masa cytoplazmatyczna stanowiąca duże zagrożenie dla alergików. Dlatego okres podczas i zaraz po wystąpieniu opadów atmosferycznych, nawet intensywnych, nie jest bezpieczny dla chorych (D'Amato i in. 2007).

## Wnioski i dyskusja

Dynamika dobowego rozkładu ziaren pyłku traw jest dość zróżnicowana, zależy od terminów kwitnienia, godziny uwalniania się pyłku z pylni-

ków wybranych gatunków traw oraz warunków meteorologicznych. W każdym z sezonów pyłkowych zaznacza się wyraźna różnica pomiędzy godzinnymi wartościami liczby ziaren na początku sezonu (w maju), w pełni sezonu (czerwiec, lipiec) oraz pod jego koniec (sierpień). W pogodny, ciepły i suchy dzień (z niewielką wilgotnością powietrza) w pełni sezonu pyłkowego traw, liczba ziaren w ciągu doby często dwukrotnie osiąga wysokie wartości (ponad 30–40 ziaren), w godzinach 6.00–10.00 oraz 16.00–20.00. Pomiedzy tymi godzinami również liczba ziaren jest dość duża (ponad 20 ziaren). Zazwyczaj w nocy liczba ziaren wyraźnie spada (do ok. 10 ziaren). Jednak wraz ze wzrostem prędkości wiatru i nawet stosunkowo niewielkim spadkiem wilgotności powietrza może dojść do ponownego ich wzrostu w wyniku redepozycji. W ciągu dnia, z uwagi na ruchy turbulencyjne powietrza oraz większe prędkości wiatru, ziarna pyłku unoszą się w powietrzu i rzadziej opadają.

Występuje dość powszechna opinia, że opady atmosferyczne, zwłaszcza o dużym natężeniu, oczyszczają atmosferę z ziaren pyłku. Jednak analiza danych z Krakowa nie do końca potwierdziła ww. teorię. Wprawdzie w pierwszym etapie intensywny deszcz oczyszcza powietrze, ale często już około 30–60 minutach od zakończenia opadów pylniki traw wysychają i ponownie uwalniają się ziarna. Osoby uczulone na alergeny pyłku traw mogą w sezonie pyłkowym liczyć tylko na bardzo krótkotrwałe złagodzenie objawów. Jednak ziarna pyłku są tylko „nośnikami” alergenów. W czasie krótkotrwałych opadów czy intensywnych mgieł ziarna pyłku pęcznieją, wchłaniając wilgoć, po czym pękają i uwalniają alergeny. Warto zwrócić uwagę, że w obszarach zurbanizowanych alergeny mogą się osadzać na cząstkach sadzy czy spalin silników Diesla (Rapiejko, Weryszko-Chmielewska 1998). Mogą być wówczas przyczyną napadów astmy pyłkowej i atopowych zmian skórnych (Knox i in. 1997). Prowadzone w kraju i za granicą badania wskazują także na wyraźne pojawianie się napadów astmy podczas burzy (Knox 1993). Pod wpływem kontaktu z wodą alergeny pyłku traw ulegają rozbiciu. Docierają do dolnych dróg oddechowych, powodując rozwój astmy, a nie tylko nieżyt nosa, jak ma to miejsce w przypadku zaatakowania jedynie górnych dróg oddechowych. Uważa się także, że ziarna wznoszone są do góry pod wpływem zimnego powietrza podczas burz, przez co są łatwiej wdychane przez chorych (D'Amato i in. 2007).

## Literatura

- Chłopek Kazimiera, Katarzyna Dąbrowska-Zapart. 2011. „Charakterystyka sezonów pyłkowych traw w Sosnowcu w latach 1997–2009”. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 18 (2): 387-396.
- D'Amato Gennaro, Gennaro Liccardi, Giuseppe Frenguelli. 2007. „Thunderstorm-asthma and pollen allergy”. *Allergy* 62 (1): 11-16.
- Dowing Paul. 1987. Wind pollination mechanism and aerobiology. W: Kenneth L. Giles, Jatendra Prakash (red.) *Pollen: Cytology and development*, 421-437. Orlando: Academic Press Inc.
- Falkowski Marian. 1982. Trawy polskie. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Frey Ludwik. 2007. Taksonomia traw. W: Ludwik Frey (red.) *Księga polskich traw*, 39-63. Kraków: Instytut Botaniki PAN.
- Knox R. Bruce. 1993. „Grass pollen, thunderstorms and asthma. *Clinical Experimental Allergy* 25 (5): 354-359.
- Knox R. Bruce, Cenk Suphioglu, Philip E. Taylor, Rupen Desai, Harry C. Watson, Jun-Lin Peng, Leslie A. Bursill. 1997. „Major grass pollen allergen Lol p I binds to diesel exhaust particles: implications for asthma and air pollution”. *Clinical Experimental Allergy* 27 (3): 246-251.
- Maślankiewicz Kazimierz. 1957. Mała encyklopedia przyrodnicza. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Myszkowska Dorota, Bartosz Jenner. 2009. „Charakterystyka dobowego rozkładu stężenia pyłku traw w sezonie pyłkowym”. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 16 (2): 405-414.
- Myszkowska Dorota, Katarzyna Piotrowicz, Monika Ziemanin, Kazimiera Chłopek, Katarzyna Dąbrowska-Zapart, Agata Dulaska-Jeż, Łukasz Grewling, Idalia Kasprzyk, Barbara Majkowska-Wojciechowska, Małgorzata Małkiewicz, Małgorzata Nowak, Krystyna Piotrowska-Weryszko, Małgorzata Puc, Elżbieta Weryszko-Chmielewska. 2015. „Grass pollen seasons in Poland against a background of the meteorological conditions”. *Acta Agrobotanica* 68 (4): 357-365.
- Obtułowicz Krystyna, Kazimierz Szczepanek, Jadwiga Radwan, Marek Grzywacz, Kazimierz Adamus, Andrzej Szczeklik. 1991. „Correlation between airborne pollen incidence, skin prick tests and serum immunoglobulin in allergic people in Cracow, Poland”. *Grana* 30 (1): 136-141.
- Obtułowicz Krystyna, Kazimierz Szczepanek, Andrzej Szczeklik. 1990. „The value of pollen count for diagnosis and therapy of pollen allergy in Poland”. *Grana* 29 (4): 318-320.
- Piotrowicz Katarzyna, Dorota Myszkowska. 2008. Charakterystyka sezonów pyłkowych wybranych taksonów roślin w Krakowie na tle warunków meteorologicznych. W: Kazimierz Kły-

- sik, Joanna Wibig, Krzysztof Fortuniak (red.) *Klimat i bioklimat miast*, 301-311. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Piotrowska Krystyna. 2006. „The effect of meteorological factors on the start of the grass pollen season in Lublin in the years 2001-2004”. *Acta Agrobotanica* 59 (1): 365-372.
- Rapiejko Piotr. 1998. Pyłkowica. W: Edward Zawisza, Bolesław Samoliński (red.) *Choroby alergiczne*, 172-190. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Rapiejko Piotr, Elżbieta Weryszko-Chmielewska. 1998. „Pyłek traw”. *Alergia Astma Immunologia* 3(4): 187-192.
- Samoliński Bolesław. 2008. ECAP Epidemiologia Chorób Alergicznych w Polsce (ECAP). Raport z badań przeprowadzonych w latach 2006-2008 w oparciu o metodologię ECRHS II i OSAAC. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego.
- Samoliński Bolesław, Adam J. Sybilski, Filip Raciborski, Anna Tomaszewska, Piotr Samel-Kowalik, Artur Walkiewicz, Adam Lusawa, Jacek Borowicz, Joanna Gutowska-Ślesik, Liliana Trzpił, Justyna Marszałkowska, Nina Jakubik, Edyta Krzych, Jarosław Komorowski, Agnieszka Lipiec, Tomasz Gotlib, Urszula Samolińska-Zawisza, Zbigniew Hałat. 2009. „Prevalence of rhinitis in Polish population according to the ECAP (Epidemiology of Allergic Disorders in Poland) study”. *Otolaryngologia Polska* 63 (4): 324-330.
- Szafer Władysław, Stanisław Kulczyński, Bogumił Pawłowski. 1988. *Rośliny polskie*. Wyd. VI. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Weryszko-Chmielewska Elżbieta (red.). 2007. *Aerobiologia*, Lublin: Wydawnictwo Akademii Rolniczej.

## Summary

In Poland, an increase in the incidence of pollen allergy caused, first of all, by the airborne pollen allergens of anemophilous plants, especially grasses (*Poaceae*) has been noted for decades. It is stated that up to 90% of patients suffering from pollen allergy is sensitive to grass allergens (Obtułowicz *et al.* 1990, 1991).

In spite of numerous papers on grass pollen concentrations in the air, only a few articles refer to the intradiurnal dynamics of pollen occurrence. For this reason, the aim of the study was to estimate the regularities in the intradiurnal dynamics of grass pollen grain numbers (*Poaceae*) against a background of meteorological conditions in Krakow.

The hourly pollen data and the selected meteorological elements (precipitation, relative humidity, sunshine and wind speed) obtained in Krakow in 2003–2014 were used.

The pollen concentrations at particular hours, e.g. at 12.00 AM, refer to pollen occurrence between 11.00 and 12.00 AM (UTC+1). Aeropalynological observations were performed using the volumetric method and VPPS 2000 (Lanzoni Ltd.) sampler. The sampler is located on the roof of the Collegium Śniadeckiego building (Jagiellonian University, Institute of Botany) (20 m above ground level), 300 m from the meteorological station where the meteorological elements were measured.

The highest hourly pollen count was found between 11.00 and 12.00 AM UTC+1 during the whole season (May–August), while in particular months clear differences in time of the maximum pollen occurrence were observed (Fig. 1). In May, the relatively high pollen count, about 20 pollen grains/m<sup>3</sup> occurred in the early morning (6.00 AM), and it lasted up to 9.00 AM (Fig. 2). During the day (24 hrs), two occurrences of an increase in the pollen count were observed, in 6.00–9.00 AM and 4.00–8.00 PM (UTC+1). In June, sensitive patients are exposed to a high pollen occurrence (more than 30 pollen grains from 2.00–3.00 AM to 4.00–5.00 AM), then a decrease in pollen count is noted, and finally the maximum count is observed at 9.00 AM. In July, the highest pollen occurrence was observed at 10.00 AM, 4.00 PM and 8.00 PM. At the end of the grass pollen season, the maximum pollen count was relatively low – it did not reach 10 pollen grains (Fig. 2).

During warm, dry weather, two occurrences of an increase in the pollen count were observed, in 6.00–9.00 AM and 4.00–8.00 PM UTC+1. On the other hand, the pollen concentration decreases at night, although in case of the wind speed increase and the relative decline in humidity, a repeated pollen occurrence is possible because of redeposition.

It is thought that precipitation, especially torrential rain, purifies the air of the pollen grains. Our analyses did not confirm this thesis. After precipitation, the anthers dry very quickly (after 30–60 minutes) and the increase in pollen concentration is observed. Thus patients allergic to grass pollen, could enjoy only a very short-term of symptom mitigation.