

## Charakterystyka sezonów pyłkowych traw w Sosnowcu w latach 1997–2009

KAZIMIERA CHŁOPEK i KATARZYNA DĄBROWSKA-ZAPART

CHŁOPEK, K. AND DĄBROWSKA-ZAPART, K. 2011. Characteristics of grass pollen seasons in Sosnowiec, 1997–2009. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 18(2): 387–396. Kraków. PL ISSN 1640–629X.

**ABSTRACT:** The paper presents the results of the analysis of grass pollen seasons in Sosnowiec in 1997–2009. The aim of this study was to compare the grass pollen seasons in relation to meteorological conditions. Measurements were performed by means of the volumetric method using a Burkard spore trap. Pollen season was defined as the period in which 98% of the annual total catch occurred. To investigate the influence of meteorological conditions on the different characteristics of the pollen seasons Spearman coefficients were used.

The earliest start of the season was recorded in 1999 and 2000 and the latest one in 1997. The beginning of the grass pollen season was influenced by minimum, maximum and mean temperature in March and April. The average length of pollen season was 137 days. The longest pollen seasons, which lasted 154 days were recorded in 1998 and 2001 and the shortest one in 2003 (123 days). Maximum daily pollen concentrations ranged from 101 pollen grains per  $m^{-3}$  air in 1998 to 495 pollen grains per  $m^{-3}$  air in 2000. The concentration of pollen grains showed a positive correlation with air temperature and insolation, and negative with relative humidity and precipitation. Daily pollen concentrations also depended on wind direction.

**KEY WORDS:** grass pollen, pollen seasons, pollen allergy, meteorological parameters, Sosnowiec

*K. Chłopek<sup>1</sup>, K. Dąbrowska-Zapart<sup>2</sup>, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, PL-41-200 Sosnowiec, Polska; <sup>1</sup>e-mail: kazimiera.chlopek@us.edu.pl, <sup>2</sup>kdabrow@wnoz.us.edu.pl*

### WSTĘP

Trawy rosną prawie wszędzie w lasach, na łąkach, wydmach, stepach i pustyniach, w górach i na nizinie i w różnych strefach klimatycznych. W Polsce rodzina traw liczy około 300 gatunków (FREY 2007). Do rodziny traw należą także trawy uprawne, głównie zboża. Zróżnicowanie taksonomiczne traw sprawia że okres ich kwitnienia jest długi i trwa od kwietnia do października (SZAFER i in. 1976). Długi jest również sezon pylenia traw. Poszczególne gatunki kwitną w określonej dla siebie porze dnia i w określonych warunkach termiczno-wilgotnościowych (BOCHNIARZ 1960; RUTKOWSKA 1970). Główny okres pylenia traw w Europie Północnej przypada na drugą połowę czerwca, lipiec i pierwszą połowę sierpnia, w Europie Centralnej notowany jest od drugiej połowy maja do pierwszej połowy lipca, zaś w Europie Południowej i rejonie śródziemnomorskim trwa od marca do czerwca

(ROSS-CODINACHS i in. 1992; SYRIGOU i in. 2003). W Polsce szczyt pylenia trawa przypada na czerwiec i pierwszą połowę lipca.

Trawy odznaczają się wielką zdolnością przystosowawczą do różnych warunków życia, zajmują wszelkie możliwe siedliska. Świadczy to o ich ogromnym sukcesie ewolucyjnym (MIZIANTY 1995). Niestety, sukces ten jest niekorzystny dla osób uczulonych na ich alergeny. Alergeny pyłku traw należą do najczęstszych przyczyn pyłkowicy w wielu krajach Europy (SPIEKSMĄ 1989; BERGER 2003). W Polsce również stanowią główną przyczynę alergii pyłkowej (LIGEZIŃSKI & RAPIEJKO 1994). W okresie kwitnienia traw na objawy alergii cierpi ponad 90% osób uczulonych (OBTUŁOWICZ i in. 1990). Objawy chorobowe wywołane alergenami pyłku traw pojawiają się u części chorych po przekroczeniu wartości stężenia około 20 ziarn/m<sup>3</sup> powietrza, a u wszystkich uczulonych przy ekspozycji na stężenie powyżej 50 ziarn/m<sup>3</sup> (RAPIEJKO i in. 2004a).

W pracy przedstawiono ocenę sezonów pyłkowych traw z 13 lat badań w Sosnowcu. Przy analizie wyników szczególną uwagę zwrócono na zmienność stężeń pyłku w corocznym okresie wegetacji i przebieg sezonów pyłkowych w zależności od warunków pogodowych.

## MATERIAŁ I METODY

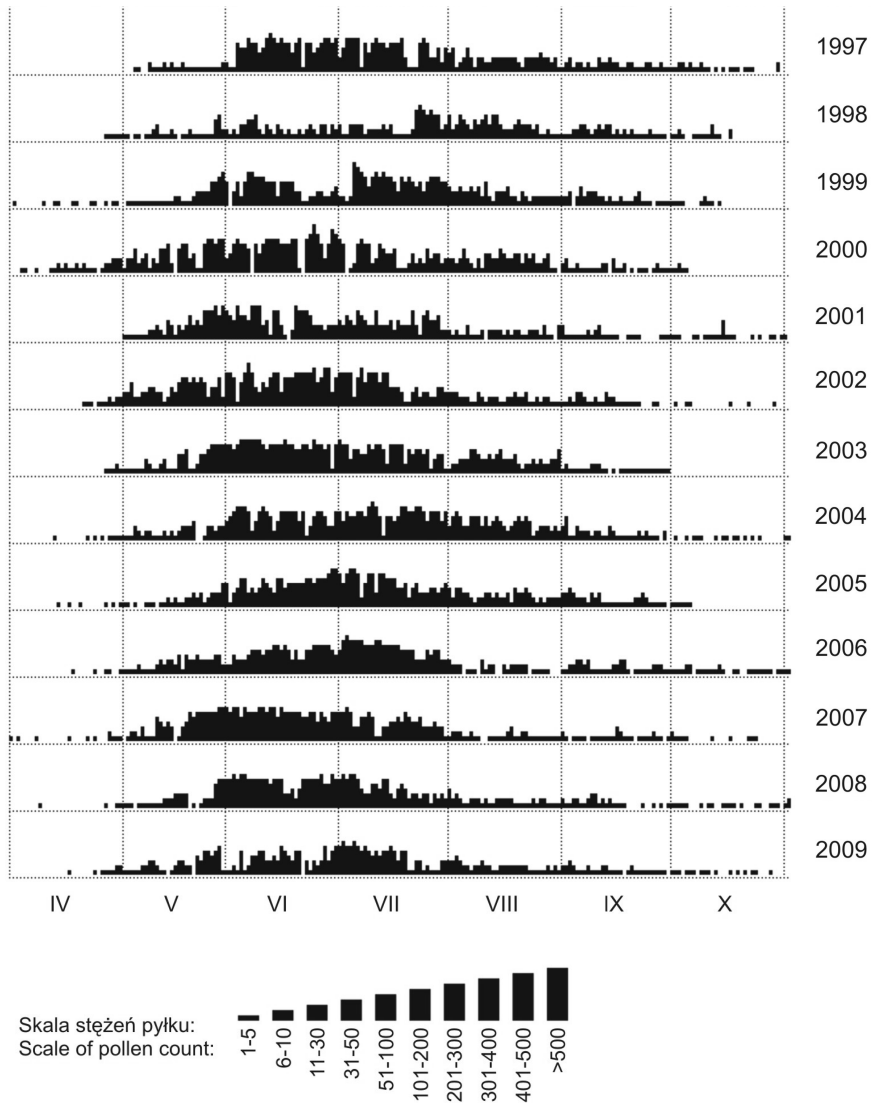
Badania aeropalinologiczne prowadzono w Sosnowcu metodą objętościową przy użyciu aparatu typu Hirsta, firmy Burkard w latach 1997–2009. Punkt pomiarowy znajduje się na wysokości 20 m nad poziomem gruntu, na terenie zabudowań Uniwersytetu Śląskiego, w dzielnicy o luźnej zabudowie blokowej, w pobliżu ogródków działkowych i u zbiegu dwóch arterii komunikacyjnych. Współrzędne punktu wynoszą 50°17'50"N, 19°08'20"E, wysokość 263 m n.p.m. Długość trwania sezonów pyłkowych traw wyznaczono metodą 98%, przyjmując za początek i koniec sezonu dni, w których pojawiło się odpowiednio 1% i 98% rocznej sumy ziarn pyłku (EMBERLIN i in. 1993). We wszystkich latach badań monitorowano stężenie pyłku traw dzikich i zbóż łącznie. Wśród zbóż odnotowano w niewielkich stężeniach tylko pyłek żyta. Wyniki analiz aerobiologicznych przedstawiono jako krzywe dobowych koncentracji pyłku, wykonane w programie POLPAL-Aero 2006 (WALANUS & NALEPKA 2006). Dla określenia zależności pomiędzy początkiem, długością sezonu pyłkowego oraz maksymalnym stężeniem dobowym i sumą roczną a warunkami meteorologicznymi wykorzystano współczynnik korelacji rang Spearmana. Dane meteorologiczne pochodziły z Obserwatorium Meteorologicznego i Laboratorium Dynamiki Środowiska oraz Katedry Klimatologii Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.

Na obszarze Wyżyny Śląskiej, na której położony jest Sosnowiec, krzyżują się wpływy różnych mas powietrza. Klimat cechuje się dość znaczną zmiennością i nieregularnością przebiegu elementów klimatycznych. Sosnowiec leży w strefie klimatu umiarkowanego przejściowego, między oceanicznym a kontynentalnym. Pogoda w Sosnowcu przez większość dni w roku (63,5%) kształtuje się pod wpływem powietrza polarne morskiego (NIEDZWIĘDZ 2003). Średnia roczna temperatura kształtuje się na poziomie 8,1°C. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec (17,2°C), zaś najchłodniejszym styczeń (–1,2°C). Średnia roczna suma opadów atmosferycznych wynosi około 700 mm. Dominującymi kierunkami wiatrów są kierunki mieszczące się w sektorze zachodnim: NW, W oraz SW (ŁUPIKASZA & WIDAWSKI 2008).

## WYNIKI

W okresie badań pyłek traw w powietrzu Sosnowca rejestrowano od trzeciej dekady kwietnia do końca października. Początek sezonu pyłkowego traw notowano w latach 1999

i 2000 w trzeciej dekadzie kwietnia, w latach 2005–2006 i 2008 w drugiej dekadzie maja, a w pozostałych latach w pierwszej dekadzie maja (Ryc. 1). Najpóźniej, dopiero 23 maja, zanotowano pyłek traw w 1997 r. (Ryc. 1, Tab. 1). W ciągu 13 lat badań różnica między skrajnymi datami rozpoczęcia sezonów pyłkowych wynosiła około 30 dni. Na datę początku sezonu pyłkowego traw miały wpływ temperatura średnia ( $r=-0,83$ ), minimalna ( $r=-0,77$ ) i maksymalna ( $r=-0,78$ ) z okresu marca i kwietnia. W latach 1999 i 2000 wysoka temperatura w marcu i kwietniu spowodowała, że sezony pyłkowe rozpoczęły się wyjątkowo



Ryc. 1. Sezony pyłkowe traw w Sosnowcu w latach 1997–2009

Fig. 1. Grass pollen seasons in Sosnowiec in 1997–2009

**Tabela 1.** Charakterystyka sezonów pyłkowych traw w Sosnowcu w latach 1997–2009  
**Table 1.** Characteristics of grass pollen seasons in Sosnowiec, 1997–2009

Rok Year	Sezon pyłkowy Pollen season			Maksymalne stężenie p/m <sup>3</sup> Maximum of pollen grains/m <sup>3</sup>	Data maksymalnego stężenia Time of maximum concentration	Suma roczna Annual total	Liczba dni ze stężeniem $\geq 20$ p/m <sup>3</sup> Number of days with above 20 pollen grains m <sup>3</sup>	Liczba dni ze stężeniem $\geq 50$ p/m <sup>3</sup> Number of days with above 50 pollen grains m <sup>3</sup>
	Początek sezonu Start of season	Koniec sezonu End of season	Czas trwania (dni) Length of pollen season (days)					
1997	23.05	1.10	131	211	11.06	5155	69	44
1998	9.05	10.10	154	101	22.07	1770	21	4
1999	23.04	20.09	149	316	4.07	4145	51	22
2000	23.04	9.09	139	495	22.06	6451	66	39
2001	9.05	10.10	154	136	6.06	3257	43	20
2002	3.05	6.09	126	328	5.06	6504	61	38
2003	8.05	8.09	123	146	15.06	5019	72	38
2004	9.05	15.09	129	257	8.07	5156	71	25
2005	16.05	19.09	126	281	3.07	4525	56	25
2006	12.05	4.10	145	259	2.07	4171	53	50
2007	5.05	13.09	131	138	29.05	4657	69	39
2008	11.05	25.09	137	166	2.07	3909	47	33
2009	1.05	19.09	141	157	4.07	2596	39	12
Średnia	7.05	22.09	137	230	22.06	4406	55	30

wcześnie, bo już 23 kwietnia. Natomiast w 1997 r. sezon pyłkowy traw rozpoczął się najpóźniej ze wszystkich omawianych lat, co mogło być spowodowane niskimi temperaturami utrzymującymi się w marcu i kwietniu.

Czas trwania sezonów pyłkowych traw w Sosnowcu był długi. Średni czas trwania sezonu z lat 1997–2009 wynosił 137 dni. Najdłuższy sezon pyłkowy trwający 154 dni zanotowano w 1998 i 2001 r., najkrótszy wynoszący 123 dni – w 2003 r. (Tab. 1). Na tę cechę sezonu pyłkowego wpływały: temperatura minimalna ( $r=0,58$ ) i przygruntowa ( $r=0,69$ ) z okresu wrzesień–październik i opady deszczu od sierpnia do września ( $r=0,65$ ). Może to oznaczać, że wysokie temperatury i opady deszczu późnym latem i jesienią przedłużają sezony pyłkowe traw. Stwierdzono również dodatnią korelację pomiędzy częstością dni z frontem ciepłym a długością sezonu pyłkowego oraz ujemną korelację z częstością napływu mas powietrza ze wschodu a wymienioną cechą sezonu pyłkowego traw (Tab. 2).

Sezonowe zmiany koncentracji pyłku w powietrzu w latach 1997–2009 wykazały znaczne różnice (Ryc. 1). Maksymalne dobowe stężenia pyłku wahały się od 101 ziarn/m<sup>3</sup> powietrza w roku 1998, do 495 ziarn/m<sup>3</sup> w 2000 r. (Ryc. 2). W latach 1997, oraz 2000–2003 szczyt pylenia notowano w różnych dekadach czerwca, a w latach 1999, 2004–2006 oraz 2008–2009 w pierwszej dekadzie lipca. W roku 1998 maksimum dobowe zanotowano

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy rodzajami i kierunkami napływu mas powietrza i frontów atmosferycznych a długością sezonu pyłkowego traw

**Table 2.** Spearman correlation coefficients between the types and directions of the inflow of air masses and weather fronts and the length of the grass pollen season

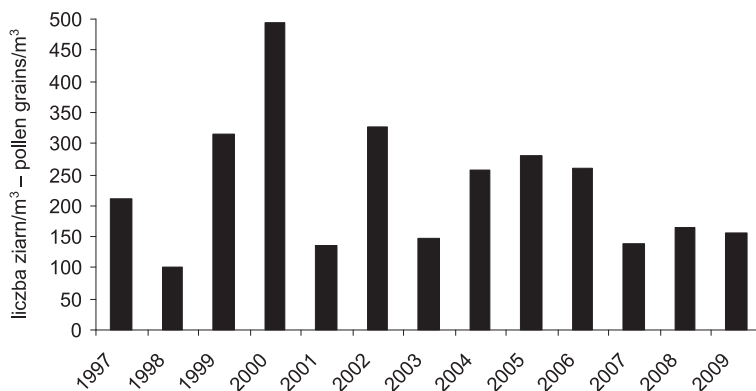
PPms	PPmc	PPm	PPk	PA	PZ	rmp	z	c	o	rf	st	–
–0,47	0,36	–0,34	–0,24	0,54	0,04	0,50	0,15	0,61*	0,02	0,25	–0,28	–0,26
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	x				
–0,40	0,31	–0,60*	0,16	0,33	0,41	0,28	0,04	–0,22				

\* wartości istotne statystycznie dla  $\alpha=0,05$  (statistically significant values)

*PPms* powietrze polarno morskie stare (przetransformowane), *PPmc* powietrze polarno morskie ciepłe, *PPm* powietrze polarno morskie świeże, *PPk* powietrze polarno kontynentalne, *PA* powietrze arktyczne, *PZ* powietrze zwrotnikowe, *rmp* różne masy powietrza przy frontach, *z* front chłodny, *c* front ciepły, *o* front okluzji, *rf* różne fronty w ciągu doby, *st* front stacjonarny, *–* sytuacja bez frontu, *x* sytuacja niesklasyfikowana (NIEDŹWIEDŹ 1981)

*PPms* polar maritime old (transformed) air masses; *PPmc* polar maritime warm; *PPm* polar maritime fresh; *PPk* polar continental; *PA* arctic air masses; *PZ* tropical air masses; *rmp* various air masses; *z* cold front; *c* warm front; *o* occlusion front; *rf* various fronts; *st* stationary front; *–* no front, *x* unclassified situations (NIEDŹWIEDŹ 1981)

dopiero w trzeciej dekadzie lipca, a w 2007 r. już 29 maja (Tab. 1). Różnice w terminach maksymalnych stężeń w latach 1997–2009 wynosiły około 50 dni, co spowodowane było najprawdopodobniej zmiennymi warunkami pogodowymi, szczególnie opadami deszczu, wysoką wilgotnością względną i spadkiem temperatury. Od połowy lipca stężenie pyłku traw stopniowo malało. Stężenie ziarn pyłku wykazało dodatnią korelację z temperaturą



**Ryc. 2.** Maksymalne stężenia dobowe pyłku traw w Sosnowcu w latach 1997–2009

**Fig. 2.** The daily maximum concentration of grass pollen in Sosnowiec in 1997–2009

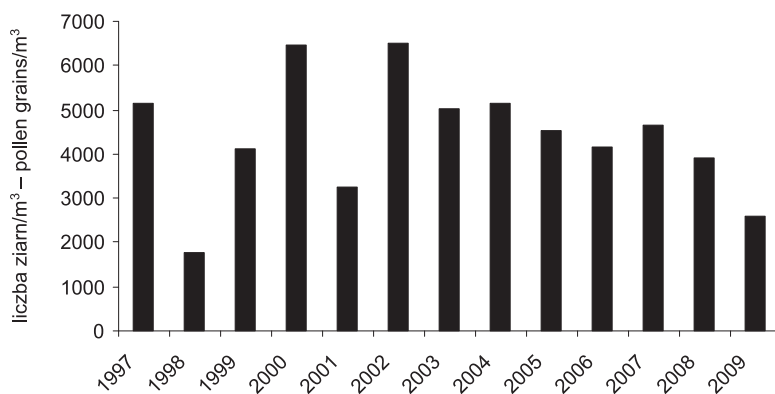
średnią minimalną, maksymalną i przygruntową powietrza i usłonecznieniem, a ujemną z wilgotnością względną i opadami deszczu (Tab. 3). Stwierdzono również zależność dobowego stężenia pyłku od kierunku wiatru. Znalaziono dodatnie korelacje dla kierunku północnego, północno-wschodniego, wschodniego i południowo-wschodniego, ujemne natomiast, dla kierunku południowego i południowo-zachodniego (Tab. 3).

**Tabela 3.** Współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy elementami pogodowymi i kierunkiem wiatru a stężeniem dobowym pyłku traw

**Table 3.** Spearman correlation coefficients between the meteorological parameters and wind direction and daily grass pollen counts

Temperatura (°C) Temperature (°C)				Opad (mm) Rainfall (mm)	Wilgotność względna (%) Relative humidity (%)	Uśonecz- nienie Insolation (h)	Średnia prędkość wiatru Average wind speed (m/s)	Maksy- malna prędkość wiatru Max wind speed (m/s)	
średnia mean	minimalna minimum	maksy- malna maximum	przygruntowa above ground level (5cm)						
0,40*	0,22*	0,18*	0,42*	-0,09*	0,31*	-0,41*	0,00	0,01	
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza – No wind
	0,08*	0,16*	0,16*	0,15*	-0,08*	-0,08*	0,05	0,04	0,05

\*wartości istotne statystycznie dla  $\alpha=0,05$  (statistically significant values)



**Ryc. 3.** Roczne sumy ziarn pyłku traw w Sosnowcu w latach 1997–2009

**Fig. 3.** The annual totals of grass pollen in Sosnowiec in 1997–2009

Najwyższe sumy roczne zarejestrowano w 2000 i 2002 r., najniższą – w roku 1998 (Tab. 1). Sumy roczne nie różniły się znacząco z wyjątkiem roku 1998 i 2009 (Ryc. 3). W latach tych sumy były 2- i 4-krotnie niższe od pozostałych. Dla tej cechy sezonu pyłkowego znaleziono jedynie dodatnią istotną statystycznie korelację z średnim opadem atmosferycznym w maju ( $r=0,68$ ).

Objawy kliniczne u chorych uczulonych na alergeny pyłku traw występują najczęściej przy ekspozycji na stężenie 20 i 50 ziarn/ $m^3$  powietrza (RAPIEJKO 2004a). W latach badań zaobserwowano zmienną liczbę dni z takim stężeniem. Najwięcej dni ze stężeniem przekraczającym 20 ziarn/ $m^3$  zanotowano w 2003 i 2004 (72 i 71 dni), a ze stężeniem przekraczającym 50 ziarn/ $m^3$  w 2006 roku (50 dni). W 1998 roku odnotowano najmniejszą liczbę dni ze stężeniami przekraczającymi wartości progowe – odpowiednio 21 i 4 dni (Tab. 1).

## DYSKUSJA

W latach 1997–2009 w Sosnowcu stwierdzono dużą zmienność w przebiegu sezonów pyłkowych traw. Pyłek traw charakteryzował się długim okresem występowania w powietrzu wynoszącym średnio 137 dni i zaliczany jest do długich sezonów (SZCZEPANEK 1994, 2006). Sezony pyłkowe traw w Sosnowcu były dłuższe, gdy przeważały dni z frontami ciepłymi, natomiast krótsze sezony notowano, gdy przeważały masy powietrza napływające z kierunku wschodniego. Ponadto wysokie temperatury i opady deszczu w miesiącach późnoletnich i jesiennych również wpływały na ich długość. Długość sezonu pyłkowego traw w Sosnowcu jest porównywalna do wyników jakie uzyskano w Szczecinie (PUC 2006) w latach 2001–2005. Natomiast w tym samym czasie w Krakowie, Poznaniu, Rzeszowie i Lublinie (MYSZKOWSKA 2006; STACH 2006; KASPRZYK 2006; WERYSZKO-CHMIELEWSKA & PIOTROWSKA 2006) odnotowano krótsze okresy występowania pyłku traw w powietrzu. Również SZCZEPANEK (1994, 2006) na podstawie przeprowadzonych obserwacji grawimetrycznych w Krakowie, wykazał krótsze sezony pyłkowe (90–110 dni) w porównaniu z Sosnowcem.

W latach 1997–2009 w Sosnowcu okres maksymalnych stężeń pyłku traw notowano od pierwszej dekady czerwca do końca lipca, podobnie jak i w innych miastach Polski (KASPRZYK 1996, 2006; PUC & PUC 2004; RAPIEJKO i in. 2004b; WERYSZKO-CHMIELEWSKA & PIOTROWSKA 2004; MYSZKOWSKA 2006; PIOTROWSKA 2006; PUC 2006, 2010; STACH 2006). Natomiast początek sezonu pyłkowego w latach 2001–2005 i 2007 w Sosnowcu notowano wcześniej niż w Szczecinie (PUC 2006, 2010), Wrocławiu (MALKIEWICZ 2006), Poznaniu (STACH 2006), Krakowie (MYSZKOWSKA 2006), Lublinie (WERYSZKO-CHMIELEWSKA & PIOTROWSKA 2006) i Rzeszowie (KASPRZYK 2006). W roku 2000 w całym kraju zanotowano wcześniejszy start sezonu pyłkowego (3 dekada kwietnia) i wcześniejsze maksimum sezonowe pyłku traw (RAPIEJKO i in. 2004b).

Na początek sezonów pyłkowych traw w Sosnowcu miały wpływ warunki termiczne w okresie od marca do kwietnia. Wysokie temperatury w tych miesiącach wpływały na wcześniejsze pojawienie się ziarn pyłku traw w powietrzu. Pozytywny wpływ wysokiej temperatury w miesiącach poprzedzających pylenie traw obserwowali również inni badacze (DAVIES & SMITH 1973; GREEN i in. 2004; GEHRIG 2006; STACH i in. 2008).

Udział pyłku traw w spektrum pyłkowym wszystkich oznaczonych taksonów rejestrowanych w Sosnowcu był duży i wahał się od 8,9% w 1998 r. do 32,5% w 2002 r. W poszczególnych latach wartości sum rocznych wynosiły od 1770 do 6504 ziarn, a stężeń dobowych od 101 do 495 ziarn/m<sup>3</sup> powietrza. Wysokie koncentracje pyłku traw na terenie kraju, w tych samych latach, notowane były w Rzeszowie (KASPRZYK 2006), Lublinie (PIOTROWSKA 2006; WERYSZKO-CHMIELEWSKA & PIOTROWSKA 2006), Poznaniu (STACH 2006), a także Warszawie, Białymstoku, Bydgoszczy i Olsztynie (LIPIEC i in. 2006). Natomiast niższe wartości sum rocznych zanotowano w Krakowie i Wrocławiu (LIPIEC i in. 2006; MALKIEWICZ 2006; MYSZKOWSKA 2006). Sumy roczne oraz maksima dobowe uzyskane w Polsce były zbliżone do wartości, jakie odnotowano w Europie Zachodniej (SPIEKSMAN i in. 2003; LIPIEC i in. 2006). Na sumy roczne ziarn pyłku traw dodatkowo oddziaływały opady atmosferyczne w maju, co może oznaczać, że opady w pierwszym stadium pylenia traw mają pozytywny wpływ na wielkość sum rocznych pyłku tego taksonu.

Stężenie dobowe ziarn pyłku traw wzrastało wraz ze wzrostem temperatury i usłonecznienia, natomiast malało przy wysokiej wilgotności względnej i w czasie opadów deszczu. Wyniki te zostały również potwierdzone w innych miastach Europy (VALENCIA-BARRERA i in. 2001; JATO i in. 2002; RIBEIRO i in. 2003; GARCIA-MOZO i in. 2007). Stwierdzono również zależność stężenia dobowego od kierunku wiatru. Dodatnie korelacje stwierdzono dla kierunku północnego, północno-wschodniego, wschodniego i południowo-wschodniego, a ujemne dla kierunku południowego i południowo-zachodniego.

Na różnice zaznaczające się w sezonach pyłkowych traw mają wpływ nie tylko warunki pogodowe, takie jak temperatura powietrza, opady deszczu, kierunek wiatru, ale także zróżnicowanie gatunkowe traw i sposób utrzymania trawników i skwerów.

## LITERATURA

- BERGER W. E. 2003. Overview of allergic rhinitis. – *Ann Allergy Asthma Immunol.* **3**: 7–12.
- BOCHNIARZ J. 1960. Obserwacje nad biologią kwitnienia traw. – *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* **83**(1): 177–202.
- DAVIES R. R. & SMITH L. P. 1973. Forecasting the start and severity of the hay fever season. – *Clinical Allergy* **3**: 263–267.
- EMBERLIN J., SAVAGE M. & JONES S. 1993. Annual variations in grass pollen season in London 1961–1990: trends and forecast models. – *Clin. Exp. Allergy* **23**: 911–918.
- FREY L. 2007. Taksonomia traw. – W: L. FREY (red), *Księga polskich traw*, s. 39–76. Instytut Botaniki im. W. Szafera, Polska Akademia Nauk, Kraków.
- GARCIA-MOZO H., DOMINGUEZ-VILCHES E. & GALÁN C. 2007. Airborne allergenic pollen in natural areas: Hornachuelos Natural Park, Cordoba, Southern Spain. – *Ann. Agric. Environ Med.* **14**(1): 63–69.
- GEHRIG R. 2006. The influence of the hot and dry summer 2003 on the pollen season in Switzerland. – *Aerobiologia* **22**: 27–34.
- GREEN B. J., DETTMANN M., YLI-PANULA E., RUTHERFORD S. & SIMPSON R. 2004. Atmospheric Poaceae pollen frequencies and associations with meteorological parameters in Brisbane, Australia: a 5-year record, 1994–1999. – *Int. J. Biometeorol.* **48**: 172–178.
- JATO V., DOPAZO A. & AIRA M. J. 2002. Influence of precipitation and temperature on airborne pollen concentration in Santiago de Compostela (Spain). – *Grana* **41**: 232–241.
- KASPRZYK I. 1996. Palynological analysis of airborne pollen fall in Ostrowiec Świętokrzyski in 1995. – *Ann. Agric. Environ Med.* **3**(2): 83–86.
- KASPRZYK I. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Rzeszowa, 2001–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), *Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski*, s. 93–104. Akademia Medyczna im. Skubiszewskiego, Lublin.
- LIGEŹIŃSKI A. & RAPIEJKO P. 1994. Koncentracja pyłku roślin w atmosferze Polski. – *Pneumonol. Alergol. Pol.* **62**: 347–351.
- LIPIEC A., MALKIEWICZ M., MAJ J., PUC M., MYSZKOWSKA D., WERYSZKO-CHMIELEWSKA E., PIOTROWSKA K., CHŁOPEK K., MODRZYŃSKI M., STANKIEWICZ W. & STASIAK-BARMUDA A. 2006. Stężenie pyłku traw w 2006r. – *Alergoprofil* **2**(3): 52–61.
- ŁUPIKASZA E. & WIDAWSKI A. 2008. Warunki klimatyczne obszaru Górnośląskiego Związku Metropolitalnego. – *Polskie Towarzystwo Geograficzne Oddział Katowicki*, s. 90–104.



- MALKIEWICZ M. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Wrocławia w latach 2003–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 71–80. Akademia Medyczna im Skubiszewskiego, Lublin.
- MIZIANTY M. 1995. Trawy – grupa roślin, która odniosła ewolucyjny sukces. – *Wiad. Bot.* **39**(1–2): 59–70.
- MYSZKOWSKA D. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Krakowa, 2001–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 21–30. Akademia Medyczna im. Skubiszewskiego, Lublin.
- NIEDŹWIEDŹ T. 1981. Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na zróżnicowanie wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły. – *Rozpr. hab. Uniw. Jagiell.* **58**: 1–165.
- NIEDŹWIEDŹ T. 2003. Częstość występowania mas powietrznych w Polsce południowej w drugiej połowie XX wieku. – *Pr. Geogr.* **188**: 65–74.
- OBTUŁOWICZ K., SZCZEPANEK K. & SZCZEKLIK A. 1990. The value of pollen count for diagnosis and therapy of pollen allergy in Poland. – *Grana* **29**: 318–320.
- PIOTROWSKA K. 2006. Kalendarz pyłkowy dla Lublina, 1995–2000. – *Acta Agrobot.* **59**(1): 529–538.
- PUC M. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Szczecina, 2001–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 49–57. Akademia Medyczna im Skubiszewskiego, Lublin.
- PUC M. 2010. Threat of allergenic airborne grass pollen in Szczecin, NW Poland: the dynamics of pollen seasons, effect of meteorological variables and air pollution. – *Aerobiologia* DOI 10.1007/s10453-010-9188-5
- PUC M. & PUC M. 2004. Allergenic airborne grass pollen in Szczecin, Poland. – *Ann. Agric. Environ Med.* **11**(2): 237–244.
- RAPIEJKO P., LIPIEC A., WOJDAS A. & JURKIEWICZ D. 2004a. Threshold pollen concentration necessary to evoke allergic symptoms. – *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol.* **10**(3): 91–94.
- RAPIEJKO P., LIPIEC A., MALKIEWICZ M., CHŁOPEK K. & JURKIEWICZ D. 2004b. Wcześniejszy początek i dłuższy czas trwania sezonu pylenia traw. – *Alergia* **3**(21): 61–62.
- RIBEIRO H., CUNHA M. & ABREU I. 2003. Airborne pollen concentration in the region of Braga, Portugal, and its relationship with meteorological parameters. – *Aerobiologia* **19**: 21–27.
- ROSS-CODINACHS M., JUAREZ-CERVERA M. & TORRES J. N. J. 1992. An aerobiological study of pollen grains and fungal spores of Barcelona (Spain). – *Aerobiologia* **8**: 255–265.
- RUTKOWSKA B. 1970. Badania prowadzone w Polsce w zakresie biologii traw. – *Post. Nauk Roln.* **5**: 51–66.
- SPIEKSMAN F. TH. M. 1989. Airborne pollen concentrations in the European Economic Community (EEC). VI. *Poaceae* (Grasses) 1982–1986. – *Aerobiologia* **5**: 38–43.
- SPIEKSMAN F. TH. M., CORDEN J. M., DETANDT M., MILLINGTON W. M., NIKKELS H., NOLARD N., SCHOENMAEKERS C. H. H., WACHTER R., DE WEGER L. A., WILLEMS R. & EMBERLIN J. 2003. Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (*Betula*, *Quercus*, *Poaceae*, *Urtica* and *Artemisia*), at five pollen-monitoring stations in western Europe. – *Aerobiologia* **19**: 171–184.
- STACH A. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Poznania, 2001–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 31–48. Akademia Medyczna im. Skubiszewskiego, Lublin.
- STACH A., SMITH M., PRIETO BAENA J. C. & EMBERLIN J. 2008. Long-term and short-term forecast models for *Poaceae* (grass) pollen in Poznań, Poland, constructed using regression analysis. – *Environ. Experimental Botany* **62**: 323–332

- SYRIGOU E., ZANIKOU S. & PAPAGEORGIOU P. S. 2003. Grasses, olive, parietaria and cypress in Athens: Pollen sampling from 1995 to 1999. – *Aerobiologia* **19**: 133–137.
- SZAFER W., KULCZYŃSKI S. & PAWŁOWSKI B. 1976. Rośliny polskie. Wyd. IV. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- SZCZEPANEK K. 1994. Pollen calendar for Cracow (southern Poland), 1982–1991. – *Aerobiologia* **10**(1): 65–70.
- SZCZEPANEK K. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Krakowa, 1993–1997 (metoda grawimetryczna). – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 13–20. Akademia Medyczna im Skubiszewskiego, Lublin.
- VALENCIA-BARRERA R. M., COMTOIS P. & FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ D. 2001. Biogeography and bioclimatology in pollen forecasting. An example of grass in León (Spain) and Montréal (Canada). – *Grana* **40**(4–5): 223–229.
- WALANUS A. & NALEPKA D. 2006. POLPAL-Aero 2006. Program do rysowania diagramów współczesnego opadu pyłku. Instrukcja użytkownika. Kraków
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA E. & PIOTROWSKA K. 2004. Airborne pollen calendar of Lublin, Poland. – *Ann. Agric. Environ. Med.* **11**(1): 91–97.
- WERYSZKO-CHMIELEWSKA E. & PIOTROWSKA K. 2006. Pyłek wybranych taksonów roślin w powietrzu Lublina w latach 2001–2005. – W: E. WERYSZKO-CHMIELEWSKA (red.), Pyłek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski, s. 105–107. Akademia Medyczna im Skubiszewskiego, Lublin.

#### SUMMARY

We investigated a 13 year period of grass pollen occurrence in Sosnowiec to analyse the variability of pollen concentration during the grass growing season and the influence of meteorological conditions on the different characteristics of the pollen seasons. Grass pollen in the air from the third decade of April to the end of October was recorded. Within 13 years of research, the difference between the extreme start dates of pollen seasons was about 30 days. In 1999 and 2000, high temperature during this period probably resulted in the pollen season started on April 23. Duration of pollen seasons in the years of the study ranged from 123 to 154 days and the average was 137 days. Minimum and above the ground level temperature from September to October and rainfall from August to September influenced the length of the pollen season. There was a positive correlation between the frequency of days with a warm front and the length of pollen season, and a negative correlation with the rate of inflow of air masses from the east. Maximum daily pollen concentrations ranged from 101 pollen grains per  $\text{m}^{-3}$  air in 1998 to 495 pollen grains per  $\text{m}^{-3}$  air in 2000. Differences in terms of maximum concentration were approximately 50 days which was probably caused by variable weather conditions. The concentration of pollen grains showed a positive correlation with air temperature and insolation, and negative with relative humidity and precipitation. Daily pollen concentrations also depended on wind direction. The highest annual totals were recorded in 2002 and 2000, the lowest in 1998. Annual sum did not differ significantly except for 1998 and 2009. During these years the annual totals were lower than in the others. For this feature of the season a positive correlation with precipitation in May was only found. Most days with concentrations above 20 pollen grains per  $\text{m}^{-3}$  air were recorded in 2003 and 2004 (72 and 71 days) and most days with concentrations exceeding 50 pollen grains per  $\text{m}^{-3}$  air were recorded in 2006 (50 days). In 1998 the lowest number of days with concentrations exceeding the threshold values was recorded – respectively 21 and 4 days.

*Przyjęto do druku: 04.07.2011 r.*