

# Sezony pyłkowe brzozy w Sosnowcu w latach 1997–2016

## *Birch pollen season in Sosnowiec in 1997–2016*

Katarzyna Dąbrowska-Zapart, Kazimiera Chłopek

Katedra Paleontologii i Stratygrafii, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski w Sosnowcu  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Edward Głuchowski

**Streszczenie:** Praca przedstawia analizę sezonów pyłkowych brzozy w Sosnowcu na podstawie danych z lat 1997–2016. Badania prowadzono metodą wolumetryczną aparatem typu Burkard. Czas trwania sezonów pyłkowych wyznaczono metodą 98%. W pracy zastosowano podstawowe charakterystyki statystyczne, tj. obliczono średnią arytmetyczną, minimum i maksimum dla poszczególnych elementów sezonu, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności oraz wyznaczono linię trendu.

Celem pracy było porównanie sezonów pyłkowych brzozy w poszczególnych latach. Najmniej zróżnicowane w ciągu 20 lat badań były daty początku i końca sezonu oraz maksymalnych stężeń dobowych. Najbardziej różniącymi się w poszczególnych latach cechami sezonu pyłkowego brzozy były wartości maksymalnych stężeń oraz sum rocznych, o czym świadczą bardzo wysokie współczynniki zmienności. Najwięcej dni ze stężeniem progowym wywołującym objawy alergii u osób uczulonych odnotowano w latach 2008 i 2016. Daty końca sezonu pyłkowego i wystąpienia maksymalnego stężenia oraz długość sezonów pyłkowych miały tendencję spadkową w ciągu 20 lat badań.

**Abstract:** The paper presents an analysis of birch pollen season in Sosnowiec, based on data from the years 1997 to 2016. The research was conducted by the volumetric method using a Burkard-type spore trap. The duration of pollen seasons was determined by means of the 98% method. The basic statistical characteristics have been used in this paper – arithmetic mean, minimum and maximum for each feature of the season, standard deviation, coefficient of variation and the trend line has been selected.

The aim of this study was to compare the birch pollen season in different years. The start and end dates and dates of maximum pollen count showed the smallest differences over the period 20 years. The greatest variations for the highest pollen count and annual totals were recorded as evidenced by the high coefficients of variation. The most days of the threshold concentration that causes allergy symptoms in the years 2008 and 2016 were founded. A decreasing trend in the end of the season, date of maximum concentration and the length of the season was shown during the 20-year study period.

**Słowa kluczowe:** sezon pyłkowy brzozy, stężenie ziaren pyłku, wartości progowe

**Key words:** birch pollen season, pollen count, threshold pollen concentration

### Wstęp

Alergeny pyłku brzozy są jedną z głównych przyczyn pyłkowicy występującej w północnej i centralnej Europie [1]. U osób wrażliwych powodują dotkliwe objawy pyłkowicy. Aby wywołać u osób z nadwrażliwością pierwsze objawy alergii, wystarczy zaledwie 20 ziaren pyłku brzozy w 1 m<sup>3</sup> powietrza [2]. Pomiędzy antygenami pyłku brzozy a alergenami pyłku jesionu, olszy, leszczyny oraz alergenami wielu

warzyw i owoców, tj. marchwi, selera, soi, brzoskwini, gruszki, wiśni, orzechów laskowych, często obserwuje się reakcje krzyżowe [3, 4]. Ziarna pyłku brzozy występują w powietrzu najobficiej wiosną, a termin początku sezonu pyłkowego i jego przebieg zależą od różnych czynników, w tym od warunków atmosferycznych. W Polsce w szczycie sezonu pyłek brzozy występuje w bardzo dużych koncentracjach [5–7], dlatego ekspozycja na alergen tego taksonu jest znaczna. Dwudzie-

stoletnia seria pomiarów aerobiologicznych w Sosnowcu potwierdziła ten fakt, co oznacza, że rokrocznie jesteśmy narażeni na wysokie stężenia pyłku brzozy.

### Cel pracy

Cele niniejszego opracowania stanowią analiza przebiegu sezonów pyłkowych brzozy w latach 1997–2016 w Sosnowcu oraz porównanie sum rocznych i wartości maksymalnych stężeń ziaren pyłku, ze szczególnym uwzględnieniem wartości progowych.

### Materiał i metody

Koncentracje ziaren pyłku brzozy były analizowane na podstawie danych uzyskanych w Sosnowcu w latach 1997–2016. Pomiarów aerobiologicznych wykonano metodą wolumetryczną z użyciem aparatu typu Burkard. Aparat zlokalizowany jest na wysokości ok. 20 m na terenie zabudowań Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Sezony pyłkowe zostały wyznaczone metodą 98%. W charakterystyce sezonu określono następujące parametry: daty początku i końca, długość, całkowitą liczbę ziaren pyłku, maksymalne stężenie dobowe, datę wystąpienia najwyższego stężenia oraz liczbę dni, w których stężenie przekraczało wartości progowe (20, 75, 90 i 155 ziaren/m<sup>3</sup>) [2].

W celu prześledzenia różnic w przebiegu sezonów pyłkowych w badanych latach zastosowano statystyki opisowe, takie jak: średnia arytmetyczna, minimum i maksimum liczby ziaren pyłku, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności. Dla każdej cechy sezonu pyłkowego oceniono zmienność przy zastosowaniu regresji prostej.

Do powyższych analiz wykorzystano programy MS Excel i Statistica (wersja 6).

W celu analizy poszczególnych zmiennych za pomocą podstawowych miar statystyki opisowej daty dzienne poszczególnych charakterystyk sezonów pyłkowych zastąpiono liczbą dni, która upłynęła od początku roku. Do oceny współczynnika zmienności (V) zastosowano interpretację:  $V < 20\%$  – mała zmienność,  $20\% < V < 40\%$  – przeciętna zmienność,  $40\% < V < 100\%$  – duża zmienność.

### Wyniki

W ciągu 20 lat badań obserwowano znaczne różnice w charakterystykach sezonów pyłkowych brzozy (tab. 1). Zdecydowanie najmniej zróżnicowane były daty początku sezonu pyłkowego, co potwierdza niski współczynnik zmienności (tab. 2). Rozpoczę-

cie sezonu przypadało średnio na początek kwietnia. Najwcześniej pyłek brzozy pojawił się w powietrzu Sosnowca w roku 1999, bo już 24 marca, najpóźniej w 2013 r. – 21 kwietnia, czyli aż miesiąc później (ryc. 1). Małe zróżnicowanie wykazały daty końca sezonu oraz wystąpienia maksymalnego stężenia dobowego. Z przebiegu linii trendu wynika, że w przypadku dwóch wyżej wymienionych charakterystyk sezonów pyłkowych brzozy zaznaczyła się słaba tendencja malejąca (ryc. 2, 3). Długość sezonów pyłkowych wynosiła średnio 45 dni. Zmienność tej charakterystyki (49%) możemy zakwalifikować do zmienności przeciętnej, bo zawartej w przedziale  $20\% < V < 40\%$  (tab. 2). Najdłuższy sezon, wyznaczony metodą 98%, zarejestrowano w 1997 r. – trwał aż 98 dni, natomiast najkrótszy był sezon w 2013 r. – 18 dni. Długość sezonu w ciągu 20 lat badań miała tendencję spadkową, co obrazuje linia trendu (ryc. 6). W latach badań najbardziej zmienne okazały się sumy roczne i maksymalne stężenia dobowe, na co wskazują bardzo wysokie współczynniki zmienności (tab. 2) i co doskonale widać również na wykresach (ryc. 4, 5).

Szczególnie uciążliwe dla alergików okazały się sezony pyłkowe w latach 2008 i 2016. Wtedy zarejestrowano najwięcej dni ze stężeniem przekraczającym wartości progowe, przy których u osób uczulonych na alergeny pyłku brzozy występują objawy chorobowe (tab. 1). Warto tutaj dodać, że nie były to sezony z największymi wartościami sum rocznych i stężeń dobowych. Najbardziej łaskawy dla osób uczulonych sezon stwierdzono w 1997 r., ponadto niewiele dni ze stężeniami progowymi notowano również w latach 1998, 2005, 2009 czy 2013. W niektórych latach stwierdzano dni ze stężeniem  $\geq 20$  ziaren/m<sup>3</sup> poza sezonem pyłkowym wyznaczonym metodą 98%. W 2001 r. było ich aż 6, w 2003 r. – 2, w 2004 r. – 1, w 2006 r. – 2, w 2010 r. – 1, w 2012 r. – 2, w 2014 r. – 1 i w 2016 r. – 3. Oznacza to, że ekspozycja na alergeny pyłku brzozy w stężeniu na tyle wysokim, aby wywołać pierwsze objawy chorobowe, może wystąpić również poza sezonem pyłkowym.

### Omówienie

Monitorowanie stężenia ziaren pyłku jest ważnym narzędziem stosowanym do szacowania stopnia ekspozycji na alergeny, diagnostyki w przypadku wystąpienia alergii, oceny skuteczności leczenia czy profilaktyki alergii pyłkowej. Sezony pyłkowe charakteryzują się dużą zmiennością, zarówno pod względem czasu trwania, jak i stężenia ziaren pyłku [8]. Na ich przebieg mają wpływ zarówno warunki pogodowe

Tabela 1. Charakterystyka sezonów pyłkowych brzozy w Sosnowcu.

| Rok  | Początek sezonu pyłkowego | Koniec sezonu pyłkowego | Długość sezonu pyłkowego | Maksymalne stężenie | Data maksymalnego stężenia | Suma roczna | ≥ 20 z/m <sup>3</sup> | ≥ 75 z/m <sup>3</sup> | ≥ 90 z/m <sup>3</sup> | ≥ 155 z/m <sup>3</sup> |
|------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1997 | 26.03 (85)                | 2.07 (183)              | 98                       | 51                  | 2.06 (153)                 | 211         | 1                     | 0                     | 0                     | 0                      |
| 1998 | 31.03 (90)                | 7.06 (158)              | 68                       | 213                 | 11.04 (101)                | 1554        | 14                    | 10                    | 5                     | 2                      |
| 1999 | 24.03 (83)                | 15.06 (166)             | 83                       | 979                 | 8.04 (98)                  | 4972        | 20                    | 11                    | 10                    | 8                      |
| 2000 | 12.04 (103)               | 18.05 (139)             | 36                       | 1835                | 22.04 (113)                | 11 017      | 25                    | 15                    | 15                    | 11                     |
| 2001 | 7.04 (97)                 | 11.06 (162)             | 65                       | 2584                | 2.05 (122)                 | 11 379      | 20                    | 9                     | 9                     | 9                      |
| 2002 | 1.04 (91)                 | 21.05 (141)             | 50                       | 264                 | 19.04 (109)                | 1969        | 21                    | 9                     | 7                     | 3                      |
| 2003 | 20.04 (110)               | 10.05 (130)             | 20                       | 9967                | 26.04 (116)                | 28 957      | 20                    | 17                    | 15                    | 13                     |
| 2004 | 12.04 (103)               | 11.05 (132)             | 29                       | 2203                | 22.04 (113)                | 13 040      | 23                    | 18                    | 15                    | 13                     |
| 2005 | 29.03 (88)                | 12.06 (163)             | 75                       | 508                 | 17.04 (107)                | 2203        | 16                    | 5                     | 4                     | 4                      |
| 2006 | 20.04 (110)               | 16.05 (136)             | 26                       | 6022                | 23.04 (113)                | 23 184      | 27                    | 19                    | 19                    | 13                     |
| 2007 | 8.04 (98)                 | 11.05 (131)             | 33                       | 1048                | 16.04 (106)                | 4557        | 23                    | 11                    | 9                     | 6                      |
| 2008 | 8.04 (99)                 | 17.05 (138)             | 39                       | 3760                | 16.04 (107)                | 24 716      | 37                    | 25                    | 24                    | 22                     |
| 2009 | 7.04 (97)                 | 18.05 (138)             | 41                       | 150                 | 19.04 (109)                | 1336        | 18                    | 6                     | 5                     | 0                      |
| 2010 | 4.04 (94)                 | 6.05 (126)              | 32                       | 1561                | 19.04 (109)                | 11 002      | 24                    | 20                    | 18                    | 17                     |
| 2011 | 6.04 (96)                 | 13.05 (133)             | 37                       | 290                 | 19.04 (109)                | 2131        | 20                    | 10                    | 10                    | 3                      |
| 2012 | 10.04 (101)               | 14.05 (135)             | 34                       | 5795                | 20.04 (111)                | 18 006      | 26                    | 20                    | 19                    | 14                     |
| 2013 | 21.04 (111)               | 9.05 (129)              | 18                       | 892                 | 24.04 (114)                | 4125        | 10                    | 8                     | 6                     | 5                      |
| 2014 | 30.03 (89)                | 5.05 (125)              | 36                       | 1859                | 8.04 (98)                  | 11 224      | 28                    | 19                    | 19                    | 16                     |
| 2015 | 11.04 (101)               | 12.05 (132)             | 31                       | 476                 | 23.04 (113)                | 2561        | 16                    | 11                    | 10                    | 6                      |
| 2016 | 3.04 (94)                 | 12.05 (133)             | 39                       | 2993                | 13.04 (104)                | 19 213      | 36                    | 28                    | 26                    | 22                     |

w czasie kwitnienia i tworzenia się pąków kwiatowych, jak i genetyczne uwarunkowania roślin związane z ich produktywnością. Oznacza to, że im dłuższa seria pomiarów, tym pełniejsze dane możemy uzyskać

na temat dynamiki sezonów pyłkowych poszczególnych taksonów.

W prowadzonych od początku 1997 r. badaniach aerobiologicznych w Sosnowcu analiza pyłku brzozy

**Tabela 2.** Analiza statystyczna sezonów pyłkowych brzozy w Sosnowcu.

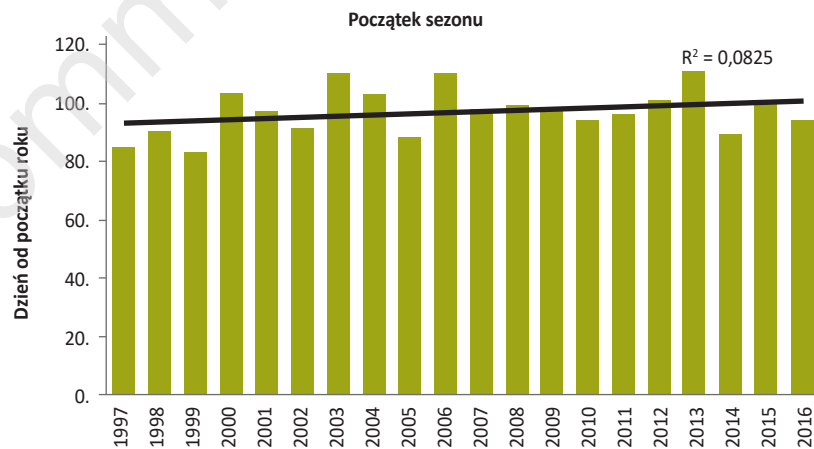
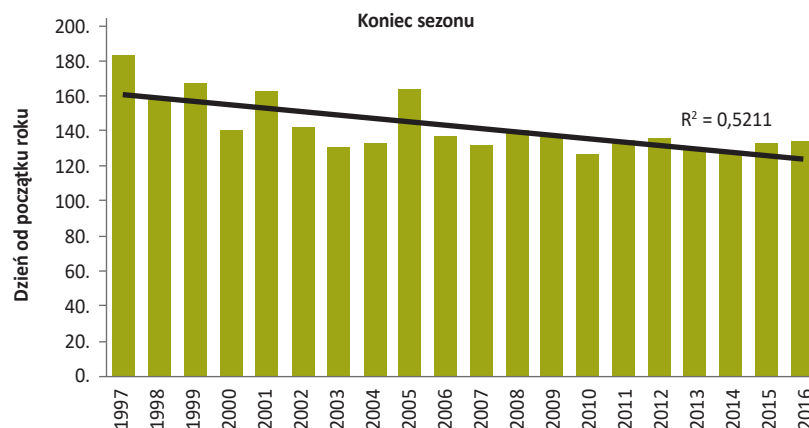
| Dane z lat 1997–2016 |                       |                     |                      |   |                            |             |
|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---|----------------------------|-------------|
|                      | Początek sezonu (dni) | Koniec sezonu (dni) | Długość sezonu (dni) | Najwyższe stężenie dobowe (z/m <sup>3</sup> ) | Data maksymalnego stężenia | Suma roczna |
| $\bar{x}$            | 97                    | 142                 | 45                   | 2173  | 111                        | 9868        |
| Min.                 | 83                    | 125                 | 18                   | 51  | 98                         | 211         |
| Maks.                | 111                   | 183                 | 98                   | 9967  | 153                        | 28957       |
| SD                   | 8,1                   | 15,9                | 21,8                 | 2536,5  | 11,5                       | 8847,4      |
| V (%)                | 8,3                   | 11,3                | 49                   | 116,8   | 10,3                       | 89,7        |

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna; min. – minimalne stężenie ziaren pyłku; maks. – maksymalne stężenie ziaren pyłku; SD – odchylenie standardowe; V – współczynnik zmienności.

posłużyła do porównania dynamiki sezonów pyłkowych, różnic w stężeniach dobowych i sumach rocznych tego taksonu w kolejnych latach.

Analizując czas występowania sezonów pyłkowych brzozy w badanym wieloleciu, zaobserwowano, iż największe różnice dotyczą maksymalnych stężeń oraz sum rocznych pyłku (tab. 2). Świadczą o tym wysoki współczynnik zmienności oraz duża wartość od-

chylenia standardowego. Odnotowano lata, w których suma roczna była bardzo wysoka, i lata o sumach rocznych kilkakrotnie niższych (ryc. 5), co stwierdzono również w badaniach prowadzonych we Wrocławiu [9]. Analizując wykres sum rocznych (ryc. 5), da się zaobserwować, że od roku 2005 staje się on bardziej regularny i możemy tutaj najprawdopodobniej mówić o dwuletnim cyklu pylenia brzozy, który obserwowany

**Rycina 1.** Początek sezonu pyłkowego brzozy w latach 1997–2016.**Rycina 2.** Koniec sezonu pyłkowego brzozy w latach 1997–2016.

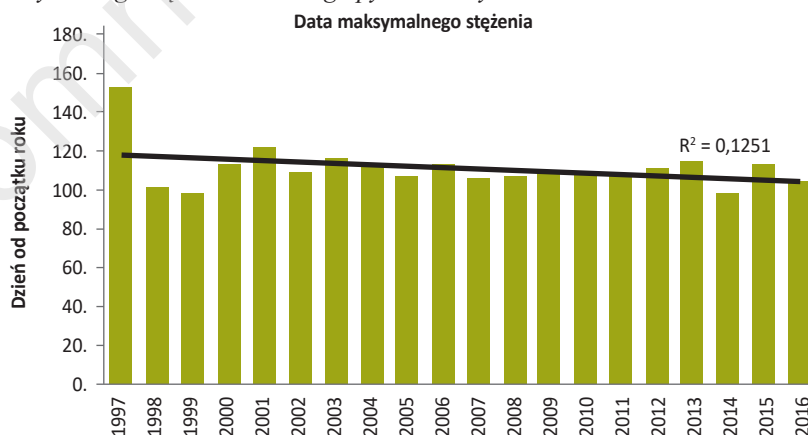
jest również w innych miastach Polski i Europy [9–17]. Największe zagrożenie alergenami pyłku brzozy w Sosnowcu występuje w kwietniu, podobnie jest w Rzeszowie, Poznaniu, Szczecinie czy we Wrocławiu [6, 9, 18, 19]. Wyjątki stanowią rok 1997, w którym maksimum dobowe wystąpiło dopiero 2 czerwca, oraz rok 2001 z maksimum odnotowanym 2 maja (tab. 1). Pomimo tych dwóch wyjątków termin maksymalnych stężeń był mało zmienny (niski współczynnik zmienności) i przypadał średnio na 111. dzień roku, czyli na 20 kwietnia (tab. 2). W badanym dwudziestoleciu zaznaczył się słaby trend spadkowy dotyczący dat występowania maksymalnych stężeń dobowych (ryc. 3). Wcześniej-sze wystąpienie maksimum sezonowego odnotowano również w innych miastach Polski [20].

Początek sezonu pyłkowego brzozy, wyznaczono metodą 98%, przypadał średnio na 6 kwietnia. Daty początku i zakończenia sezonów wykazywały małą zmienność, co potwierdziły niskie współczynniki zmienności – odpowiednio 8,3% i 11,3% (tab. 2). Podobne wyniki dla brzozy uzyskano w Lublinie i we Wrocławiu [7, 9]. Linia trendu dla dat końca sezonu pyłkowego miała istotną statystycznie tendencję male-

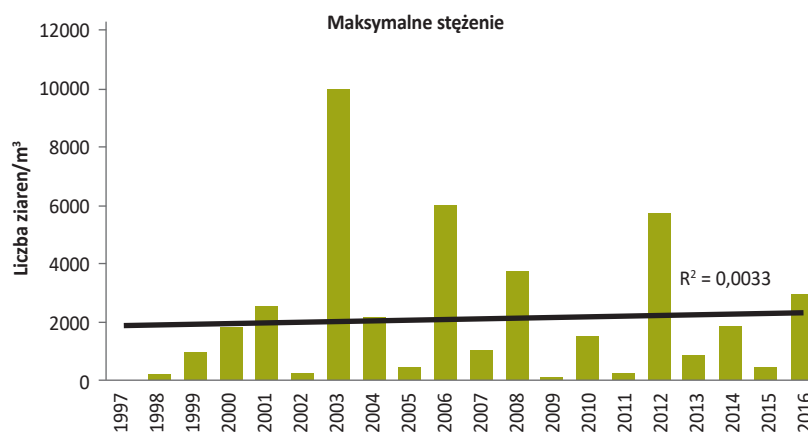
jącą (ryc. 2). Trend malejący dotyczący tej charakterystyki sezonu pyłkowego brzozy odnotowano również w Szczecinie, Poznaniu i Lublinie [20]. Długość sezonu pyłkowego w badanej serii pomiarowej wynosiła średnio 45 dni i wykazywała dość dużą zmienność. Najdłuższy sezon pyłkowy stwierdzono w 1997 r. i trwał on aż 98 dni, najkrótszy zaś był 18-dniowy sezon w 2013 r. (tab. 1). Przebieg linii trendu dla tej cechy sezonu pyłkowego brzozy wykazywał wyraźną tendencję spadkową (ryc. 6).

Liczba dni z wartościami progowymi dla stężeń ziaren pyłku wywołujących objawy alergii, była różna w ciągu 20 lat obserwacji. Najwięcej dni ze stężeniami progowymi stwierdzono w latach 2008 i 2016 (tab. 1). Były to stężenia wywołujące pierwsze objawy chorobowe, tj. 20 ziaren w 1 m<sup>3</sup> powietrza, stężenia wywołujące objawy chorobowe u wszystkich osób nadwrażliwych na alergeny pyłku brzozy (75 ziaren/m<sup>3</sup>), a także takie, przy których objawy się nasilają (90 ziaren/m<sup>3</sup>) oraz przy których mogą wystąpić nawet objawy duszności, czyli 155 ziaren w 1 m<sup>3</sup> powietrza [2]. A zatem były to sezony szczególnie niebezpieczne dla wszystkich uczulonych na alergeny pyłku brzozy. Warto tutaj dodać, że

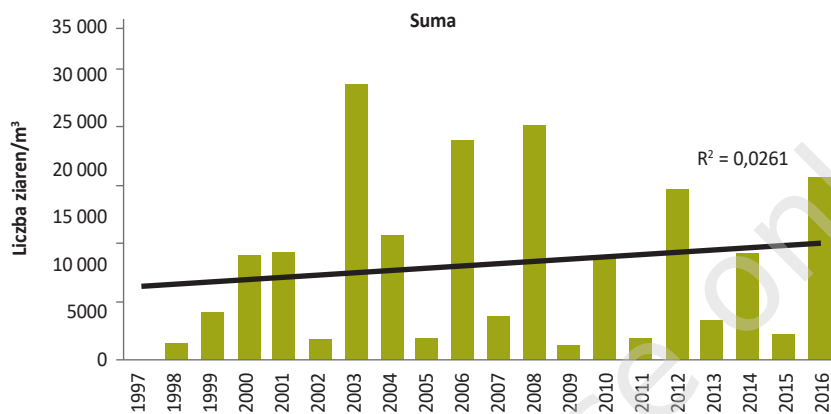
Rycina 3. Daty maksymalnego stężenia dobowego pyłku brzozy.



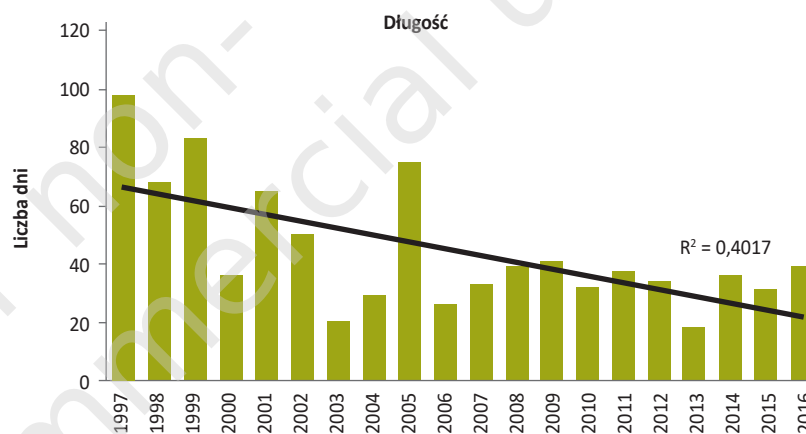
Rycina 4. Wartości maksymalnych stężeń dobowych pyłku.



Rycina 5. Sumy roczne ziaren pyłku brzozy.



Rycina 6. Długość sezonów pyłkowych brzozy w latach 1997–2016.



wysokie stężenia omawianego taksonu, tj. powyżej 20 ziaren/m<sup>3</sup>, występowały również poza sezonem pyłkowym. Często się zdarza, że pyłek brzozy pozostaje w powietrzu nawet po zakończeniu właściwego sezonu, czyli w okresie letnim, co może być spowodowane tzw. redepozycją, dalekim transportem pyłku lub rozpadem owocostanów w okresie jesiennym [21]. Bywa to szczególnie uciążliwe dla osób uczulonych na pyłek brzozy, gdyż po zakończeniu sezonu są one niejednokrotnie wciąż narażone na wysokie stężenia pyłku tego taksonu. Zjawisko dalekiego transportu pyłku brzozy zostało już wielokrotnie potwierdzone [22, 23] i wiąże się z tym, że pojawia się on w wysokim stężeniu kilka tygodni po zakończeniu sezonu pyłkowego. Niejednokrotnie w tym czasie pyłek traw osiąga już dużą koncentrację, przez co jest to okres szczególnie niebezpieczny dla osób uczulonych na pyłek zarówno traw, jak i brzozy.

## Wnioski

1. Wartości stężenia maksymalnego i sumy rocznej ziaren pyłku brzozy cechowały się znaczną zmiennością w latach 1997–2016.

- Małe różnice zaznaczyły się w datach początku oraz końca sezonu pyłkowego, a także w datach maksymalnych stężeń ziaren pyłku. Początek sezonu pyłkowego brzozy przypadał średnio na 6 kwietnia, koniec – na 21 maja, a dzień z maksymalnym stężeniem dobowym – na 20 kwietnia.
- Najwięcej dni, w których notowano stężenia progowe pyłku, stwierdzono w latach 2008 i 2016, najmniej natomiast – w latach 1997, 1998, 2005, 2009 i 2013.
- Daty końca sezonu pyłkowego i wystąpienia maksymalnego stężenia oraz długość sezonów pyłkowych wykazały tendencję spadkową w opisywanym okresie.
- Od 2005 r. sumy roczne ziaren pyłku brzozy w Sosnowcu charakteryzują się występowaniem w cyklu dwuletnim, tj. rok z wysokimi stężeniami poprzedzony jest rokiem, w którym suma roczna jest niewielka.



## Piśmiennictwo:

1. Wihl J.A., Ipsen B., Nuchel P.B. et. al.: Immunotherapy with partially purified and standardized tree pollen extracts. *Allergy* 1998, 43: 363-369.
2. Rapijko P., Lipiec A., Wojdas A. et. al.: Threshold pollen concentration necessary to evoke allergic symptoms. *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol.* 2004, 10(3): 91-94.
3. Neudecker P., Schweimer K., Nerkamp J. et. al.: Allergic cross-reactivity made visible. *J. Biol. Chem.* 2001, 276: 22756-22763.
4. John-Schmid B., Radakovics A., Lottkopf D. et. al.: Bet v 1142-156 is the dominant T-cell epitope of major birch pollen allergen and important for cross-reactivity with Bet v 1-related ford allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2005, 116: 213-219.
5. Myszkowska D.: Pylek wybranych taksonów roślin w powietrzu Krakowa, 2001-2005. W: Weryszko-Chmielewska E. (red.): Pylek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski. Lublin 2006: 21-30.
6. Puc M.: Pylek wybranych taksonów roślin w powietrzu Szczecina, 2001-2005. W: Weryszko-Chmielewska E. (red.): Pylek roślin w aeroplanktonie różnych regionów Polski. Lublin 2006: 49-57.
7. Weryszko-Chmielewska E., Piotrowska-Weryszko K.: Charakterystyka sezonów pyłkowych wybranych taksonów roślin w Lublinie w latach 2001-2013. W: Weryszko-Chmielewska E. (red.): Ziarna pyłku i zarodniki grzybów w powietrzu różnych regionów Polski. Lublin-Warszawa 2014: 137-150.
8. Spijsma F.T.M., Corden J.M., Detandt M. et. al.: 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* 2003, 19: 171-184.
9. Malkiewicz M.: Dynamika sezonów pyłkowych drzew (*Alnus*, *Corylus*, *Betula*) i roślin zielnych (*Ambrosia*, *Artemisia*, *Poaceae*) w powietrzu Wrocławia w latach 2003-2013. W: Weryszko-Chmielewska E. (red.): Ziarna pyłku i zarodniki grzybów w powietrzu różnych regionów Polski. Lublin-Warszawa 2014: 63-80.
10. Emberlin J., Norris-Hill J., Bryant R.H.: A calendar for tree pollen in London. *Grana* 1990, 29: 301-309.
11. Hallsdóttir M.: Birch pollen abundance in Reykjavik, Iceland. *Grana* 1999, 38: 368-373.
12. Latorre F.: Differences between airborne pollen and flowering phenology of urban trees with reference to production, dispersal and interannual climate variability. *Aerobiologia* 1999, 15: 131-141.
13. Detandt M., Nolard N.: The fluctuations of the allergenic pollen content of the air in Brussels (1982 to 1997). *Aerobiologia* 2000, 16: 55-61.
14. Jato V., Dopazo A., Aira M.J.: Influence of precipitation and temperature on airborne pollen concentration in Santiago de Compostela (Spain). *Grana* 2002, 41: 232-241.
15. Latałowa M., Mietus M., Uruska A.: Variations in the atmospheric *Betula* pollen count in Gdańsk (southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters. *Aerobiologia* 2002, 18: 33-43.
16. Grewling L., Jackowiak B., Nowak M. et. al.: Variations and trends of birch pollen seasons during 15 years (1996-2010) in relation to weather conditions in Poznań (western Poland). *Grana* 2012, 51(4): 280-292.
17. Kasprzyk I., Borycka K., Dulcka-Jeż A.: Dynamika sezonów pyłkowych wybranych taksonów roślin w powietrzu Rzeszowa w latach 2001-2013. W: Weryszko-Chmielewska E. (red.): Ziarna pyłku i zarodniki grzybów w powietrzu różnych regionów Polski. Lublin-Warszawa 2014: 121-135.
18. Kasprzyk I.: Palynological analysis of airborne pollen fall in Ostrowiec Świętokrzyski in 1995. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1996, 3: 83-86.
19. Stach A.: Pylek roślin w aeroplanktonie Poznania w latach 1994-1997 ze szczególnym uwzględnieniem taksonów alergogennych, rozprawa doktorska. Biblioteka Jagiellońska, Kraków 2002.
20. Puc M., Wolski T., Cámara Camacho I. et. al.: Fluctuation of birch (*Betula* L.) pollen seasons in Poland. *Acta Agrobotanica* 2015, 68(4): 303-313.
21. Szczepanek K.: Pollen calendar for Cracow (southern Poland), 1982-1991. *Aerobiologia* 1994, 10(1): 65-70.
22. Skjøth C.A., Sommer J., Stach A. et. al.: The long-range transport of birch (*Betula*) pollen from Poland and Germany causes significant pre-season concentrations in Denmark. *Clin. Exp. Allergy* 2007, 37(8): 1204-1212.
23. Piotrowicz K., Myszkowska D.: Charakterystyka sezonów pyłkowych wybranych taksonów roślin w Krakowie na tle warunków meteorologicznych. W: Kłysik K., Wibig J., Fortuniak K. (red.): Klimat i bioklimat miast. Łódź 2008, 301-311.

## Wkład pracy autorów/Authors' contributions:

Dąbrowska-Zapart K.: opracowanie tekstu pracy, wykonanie tabel i wykresów, analiza preparatów mikroskopowych; Chłopek K.: opracowanie tekstu pracy, analiza preparatów mikroskopowych.

## Konflikt interesów/Conflict of interests:

Nie występuje.

## Finansowanie/Financial support:

Nie występuje.

## Etyka/Ethics:

Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

## Adres do korespondencji:

**dr Katarzyna Dąbrowska-Zapart**

Katedra Paleontologii i Stratygrafii,

Wydział Nauk o Ziemi,

Uniwersytet Śląski w Sosnowcu

41-200 Sosnowiec, ul. Będzińska 60

tel.: (32) 368-94-77

e-mail: katarzyna.dabrowska-zapart@us.edu.pl