



Klinika Immunologii i Alergii.  
Uniwersytet Medyczny w Łodzi,  
Pomorska 251, 92-213 Łódź

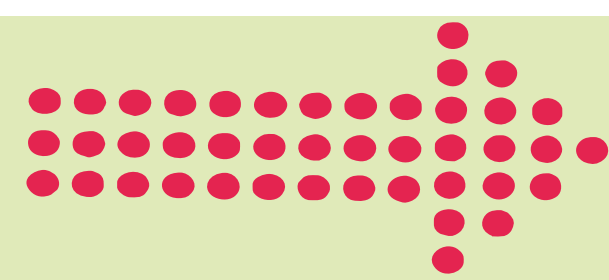


UNIWERSYTET  
MEDYCZNY  
W ŁÓDZI

# Zarodniki grzybów mikroskopowych w biaerozolu powietrza. Ocena ekspozycji na taksony *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.* w Łodzi

Barbara Majkowska – Wojciechowska, Zofia Balwierz, Marek L. Kowalski

**Celem badania** – była analiza stopnia i czasu trwania ekspozycji na dwa taksony zarodników grzybów mikroskopowych: *Cladosporium sp.* i *Alternaria sp.*, a także długoterminowych tendencji dynamiki stężeń na przestrzeni ośmiu lat badań w środowisku miejskim w centrum Łodzi.



## Grzyby mikroskopowe - ogólnoswiatowy problem zdrowotny

- Szacuje się, że na świecie istnieje około 1 do 1,5 miliona gatunków grzybów, ale dotychczas opisano tylko 80 000
- 112 rodzajów uważa się za źródła alergenów, które wiążą się z rozwojem alergii i astmy: głównie *Alternaria sp.*, *Cladosporium sp.*, *Penicillium* i *Aspergillus*.
- Liczba taksonów w aerozolu powietrza, zidentyfikowanych przez analizy DNA we Włoszech wyniosła aż 238, a *Cladosporium sp.* i *Alternaria sp.* uznano za dominujące\*
- Grzyby mikroskopowe to „fabryki” związków organicznych, zdolne do syntezy biomolekuł o zróżnicowanych strukturach i funkcjach.
- Mechanizmy immunologiczne leżące u podstaw odpowiedzi po ekspozycji na grzyby mikroskopowe to reakcje nadwrażliwości typu I, III i IV.
- Zmiany dimorficzne między zarodnikami a strzępkami nadają szczególne cechy, które pomagają rozprzestrzeniać się i atakować gospodarza i wywierać głębokie zaburzenia regulacji immunologicznej o charakterze „piractwa molekularnego” szczególnie u chorych z np. nowotworami, po chemioterapii, przeszczepach narządów, infekcjach itd.\*\*
- Ekspresja czynników wirulencji i mechanizmy unikania odpowiedzi immunologicznej obejmują biofilm, pokonywanie fagocytozy, ROS, aktywacji dopełniacza, transmigrację przez bariery np. krew-mózg za pomocą kom. jednojądrowych, aktywację wielu układów enzymatycznych i nieenzymatycznych\*\*\*

\*Banchi E i wsp. PLoS One. 2018

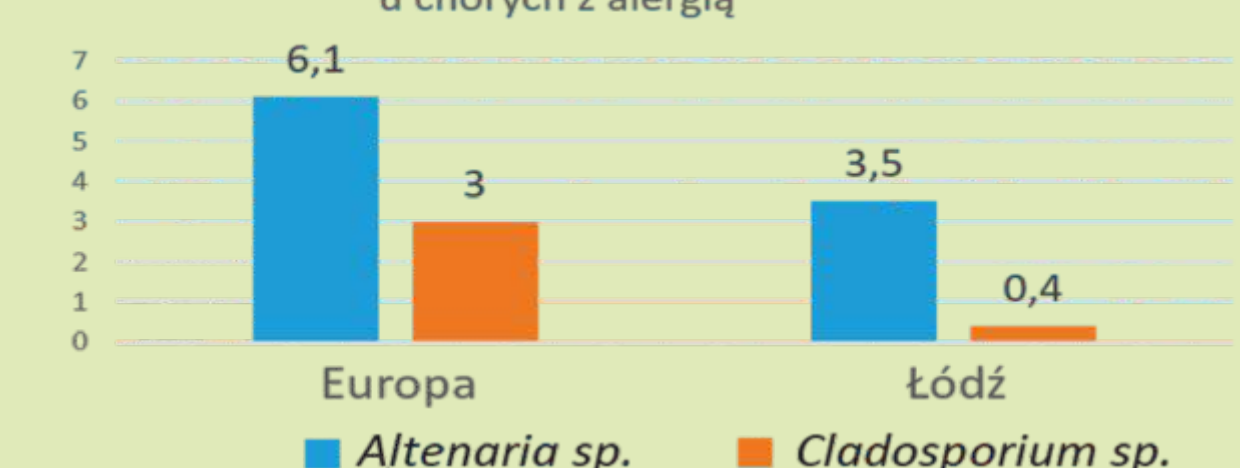
\*\*Sterkel A i wsp. Cell Host Microbe 2016

\*\*\*Hernández-Chávez MJ i wsp. J. Fungi 2017

**Częstość uczuleń na ekstrakty alergenowe u pacjentów w Łodzi i średnio w 14 krajach UE w badaniach GA<sup>2</sup>LEN\***

Wskaźniki uczuleń opracowane na podstawie wyników testów skórnych u chorych w Europie i w Ośrodku Diagnostyki i Leczenia Astmy i Alergii w Łodzi dla *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.*

Częstość dodatnich wyników testów skórnych u chorych z alergią



\*G. J. Burbach L. M. Heinzel G. Edenharter i wsp. GA<sup>2</sup>LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe.

### *Alternaria sp.* jest pasożytem/saprofitem roślin

- Rodzaj workowców Dothideomycetes, należy tu kilkaset gatunków/patogenów roślin zawiera wiele alergenów należących do różnych rodzin białek (tab. 1,2), obecnych w zarodnikach i strzępkach
- Alt a 1 - reaguje z IgE > 90% surowic, a ekspozycja koreluje z objawami klinicznymi pacjentów uczulonych na *Alternaria sp.*
- Stężenia progowe dla wywołania objawów alergicznych: 100 zarodników/m<sup>3</sup>
- Alt a 1 blokuje obronę roślin i sprzyja ich infestacji.
- Główny składnik alergenny to **Alt a 1** - o budowie dimerycznej wskazuje na pierwotne uczulenie jest czynnikiem ryzyka rozwoju astmy u dzieci dorosłych.
- Uczulenie na *Alternaria sp.* jest związane z cięższym fenotypem astmy zgłaszano je u chorych, którzy zmarli lub doświadczyli niemal śmiertelnego epizodu astmy
- W suchych warunkach, ponad 40% zarodników może przetrwać przez 300 dni\*
- Zdiagnozowano też oportunistyczne zakażenia człowieka wywołane przez *Alternaria sp.* (*alternarioza*).\*\*

\*<http://www.mycobank.org/MB/119834>  
\*\*Pastor FJ i wsp. Clin Microbiol Infect.2008.

### *Cladosporium sp.* - jeden z najliczniejszych rodzajów grzybów na świecie

- *Cladosporium sp.* rodzaj grzybów mikroskopowych klasy Dothideomycetes wszechobecne w wielu środowiskach, niektóre gatunki są nadpasożytami – rozwijają się na innych pasożytniczych grzybach np. Mączniakowców. Dolińska 2015.
- Zarodniki dominują w aeroplanktonie
- Niższy udział w patogenezie alergii/astmy niż w przypadku *Alternarii sp.*
- Stężenie progowe dla wywołania objawów alergicznych: 1000/3000/m<sup>3</sup> powietrza
- Tylko jeden ze znanych alergenów jest konidialnym (rCl a h HCh-1); pozostałe stwierdzono w strzępkach. Fukutomi Y i wsp. Allergol Int. 2015.
- Cla h 8 (dehydrogenaza mannitolowa), a. istotny u 57% u uczulonych pacjentów
- Cla h 8 przejawia w 75% podobieństwo sekwencji z Alt a 8

Jeden z alergenów  
Cla h 5  
www.SDAP/sdap



Urządzenie Lanzoni na dachu budynku w centrum Łodzi,  
Fot. Agnieszka Wojciechowska

## Metody

Badania prowadzono w centrum Łodzi (51° 46' 17,5'' N; 19° 28' 29,3'' E), w latach 2001-18, od lutego do września, metodą wolumetryczną, przy użyciu urządzenia Lanzoni, zgodnie z zaleceniami European Aerobiology Society.\*  
Analizie poddano dzienne, miesięczne i roczne fluktuacje stężeń zarodników *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.*

\*Galán C, i wsp. Aerobiologia. 2014.

## WYNIKI



Średnia suma zarodników 96%

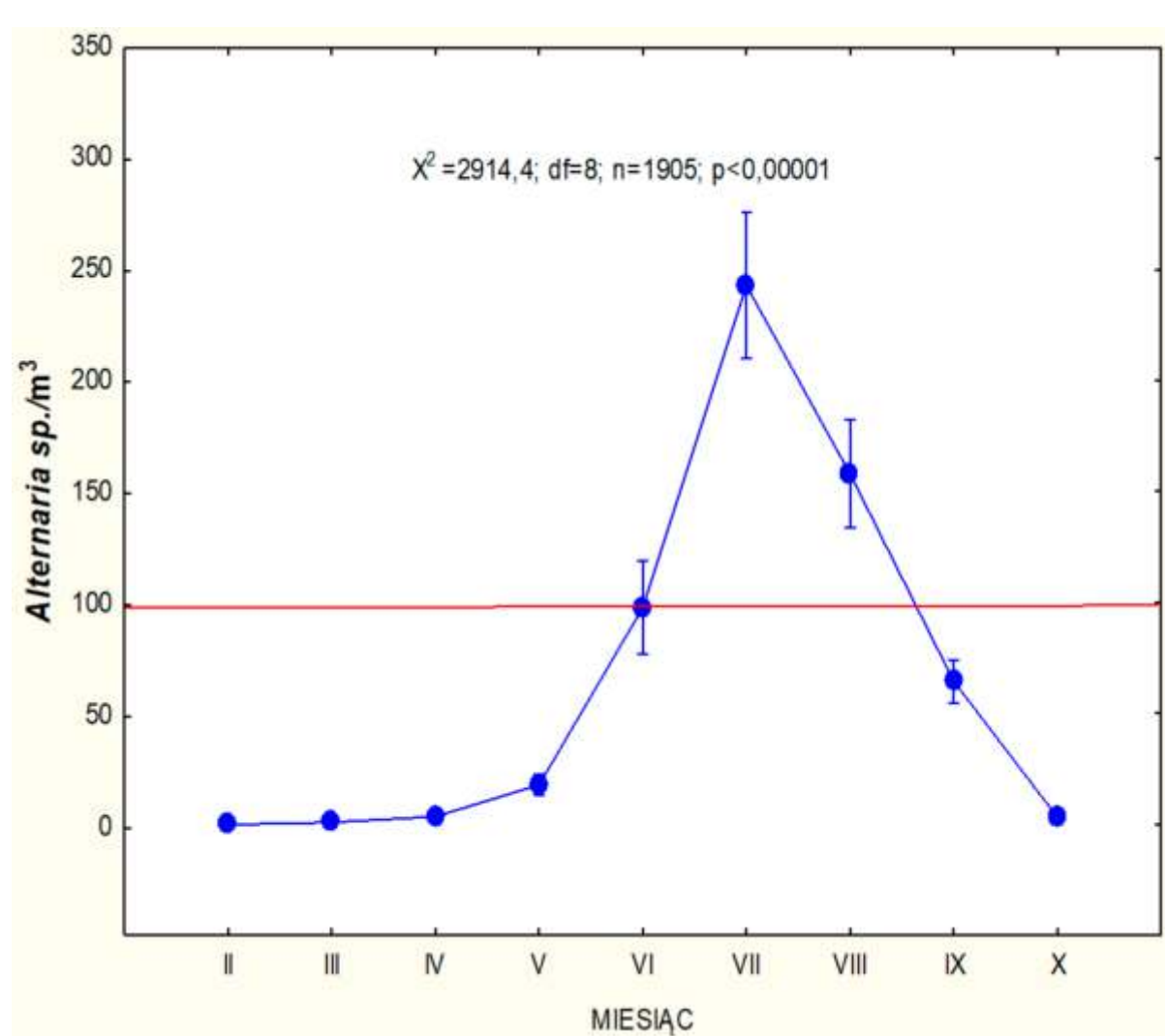
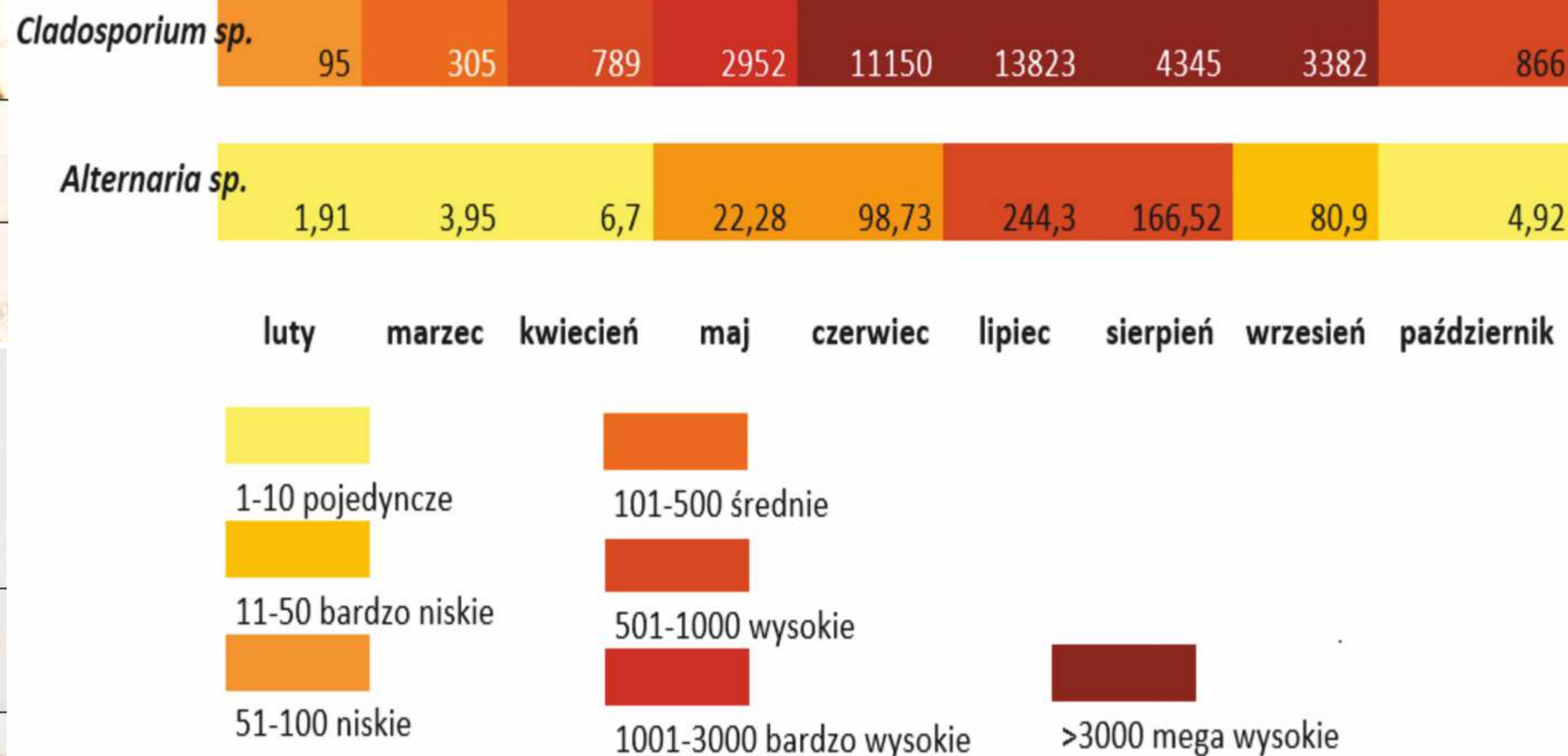


Średnia suma pyłku roślin 4%

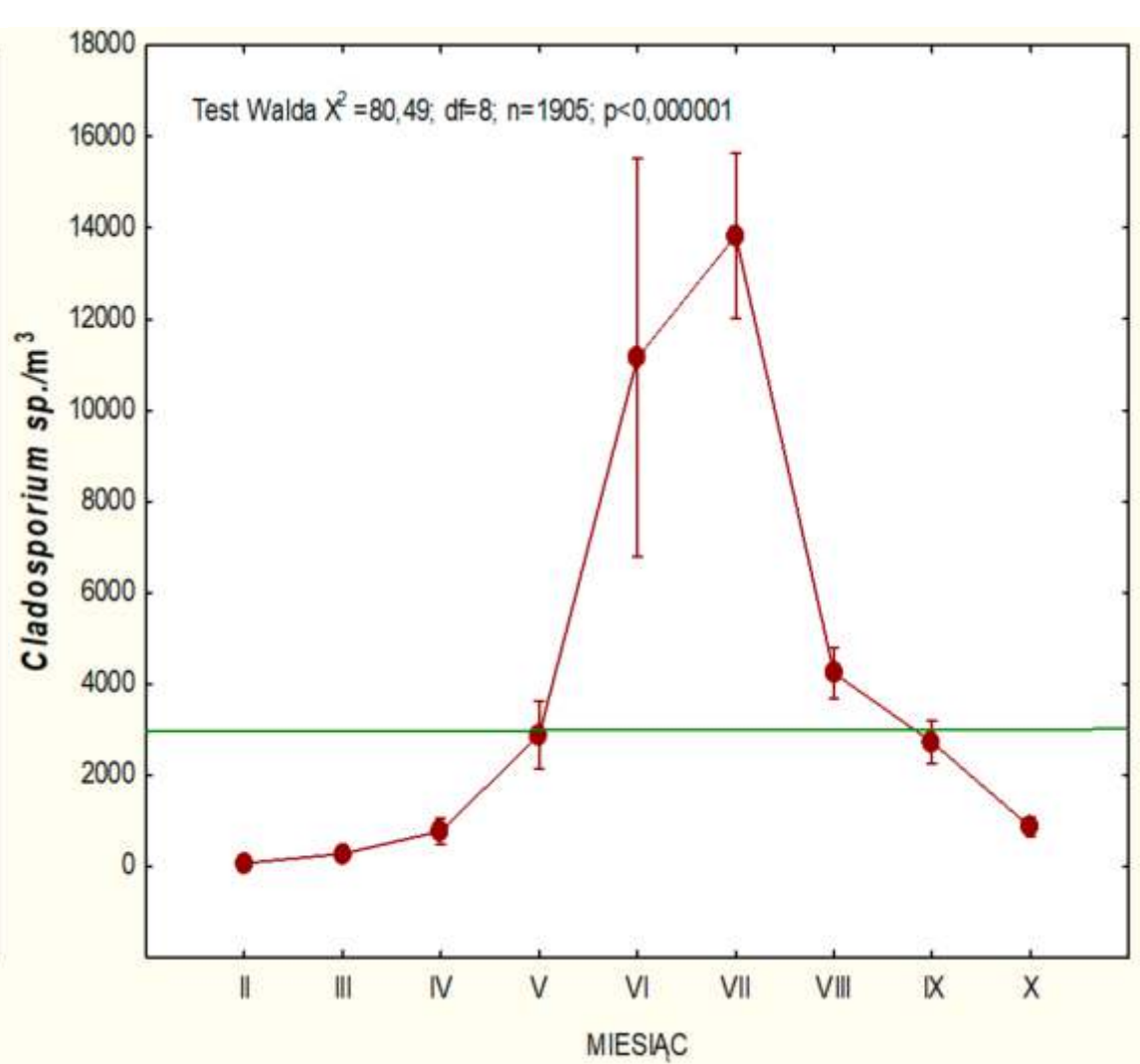


Fot. www.fiberquant.com/photosmicro.htm

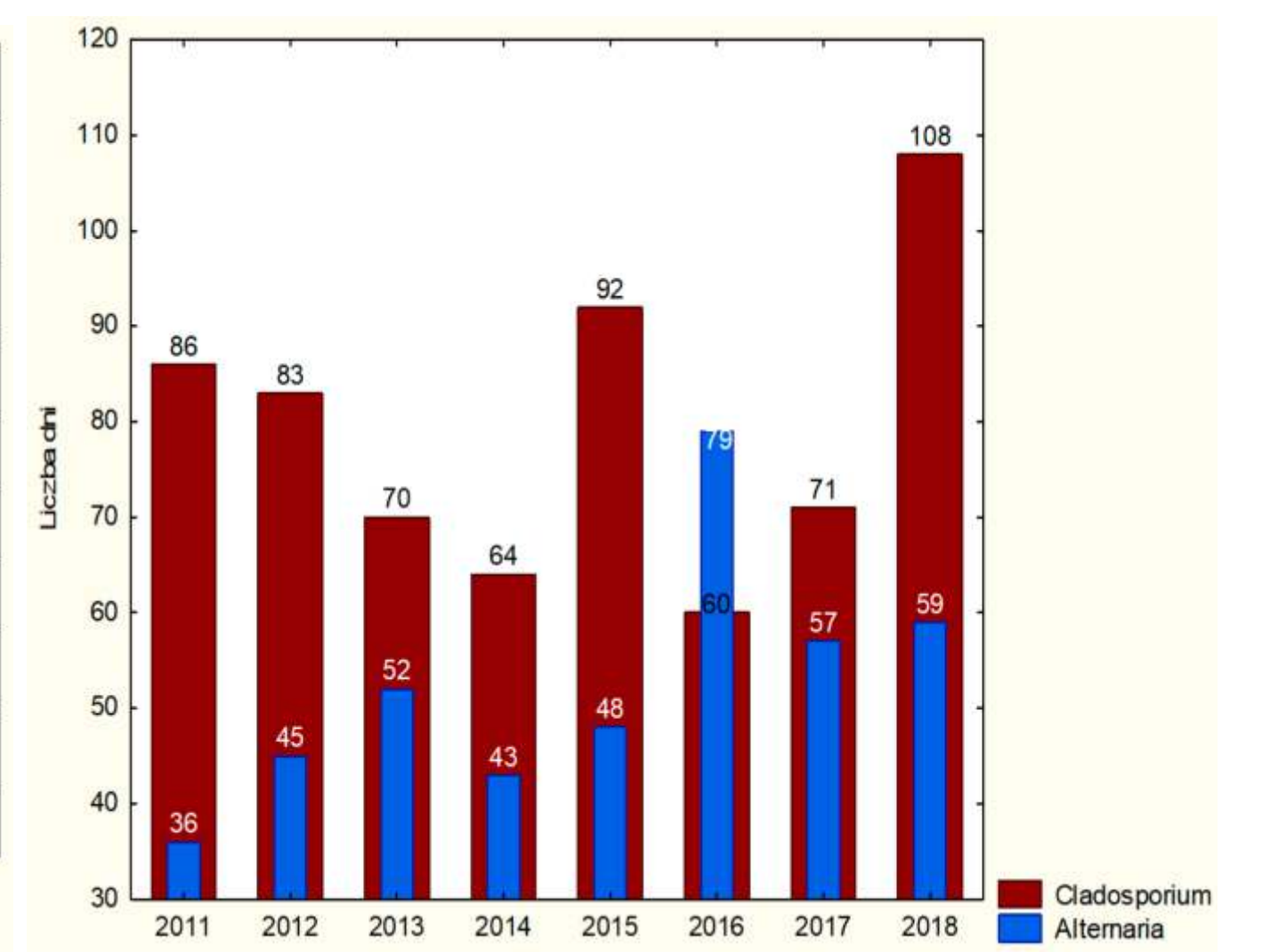
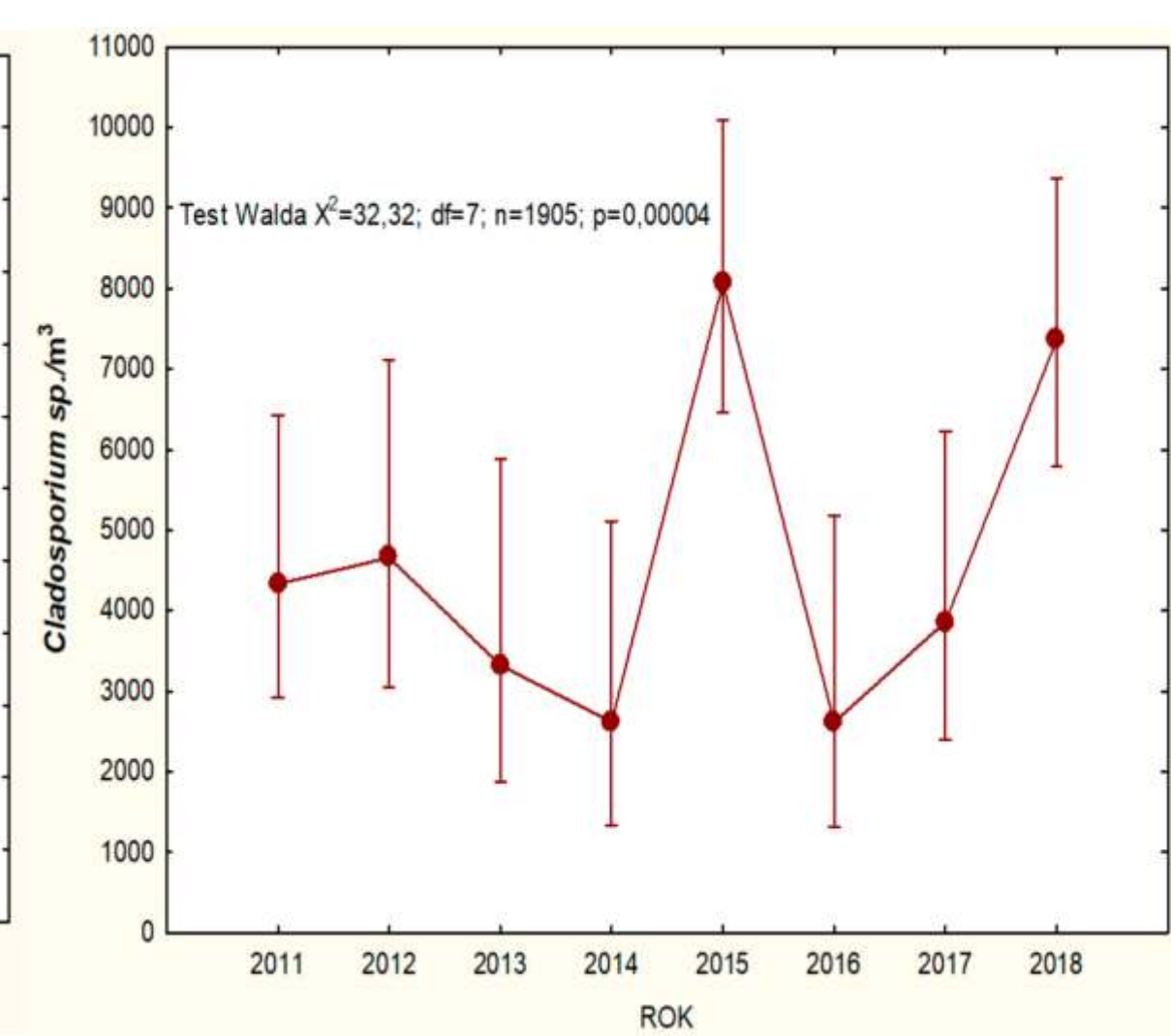
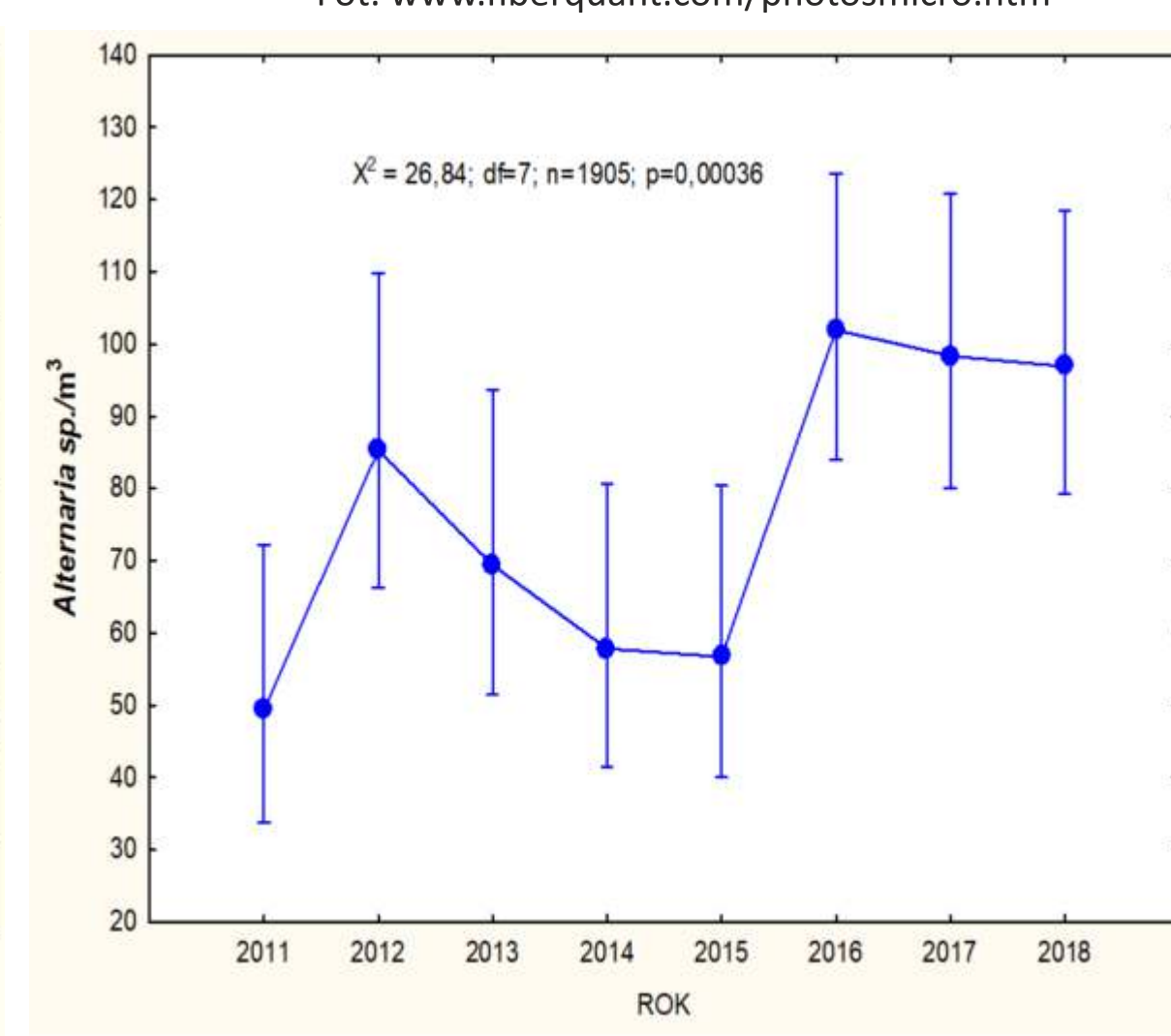
## Kalendarz stężeń zarodników w Łodzi



Rys. 1. Średnia miesięczna dynamika stężeń zarodników *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.* w Łodzi z lat 2011-18  
Stężenia progowe dla wywołania objawów alergicznych:  
dla *Alternaria sp.* >100 zarodników/m<sup>3</sup> powietrza  
dla *Cladosporium sp.* >1000-3000/m<sup>3</sup> powietrza



Rys. 2. Fluktuacje średnich rocznych sum zarodników *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.* w Łodzi 2011-18  
Analiza 8-letniego szeregu czasowego stężeń wykazała zróżnicowania stężeń pomiędzy latami.



Rys. 3. Średnia liczba dni w latach 2011-18 w Łodzi, w których stężenia taksonów *Cladosporium sp.* i *Alternaria sp.* osiągnęły stężenia zarodników osiągnęły wartości bardzo wysokie >100 dla *Alternaria sp.* i >3000 dla *Cladosporium sp.*

## Podsumowanie wyników

- Łączna średnia suma roczna ziaren pyłku 20 taksonów wynosiła tylko 4%, a średnia suma zarodników *Alternaria sp.* i *Cladosporium sp.* stanowiła 96%, z tego aż 98,37% to *Cladosporium sp.*, a tylko a 1,61% to zarodniki *Alternaria sp.*
- Zarodniki są wykrywane w powietrzu atmosferycznym Łodzi przez cały sezon badań, od lutego do września.
- Średnie dobowe to 75,40 dla *Alternaria sp.*, a 4611,61 dla *Cladosporium sp.*
- Różnice wartości średnich miesięcznych stężeń i średnich rocznych obu taksonów były statystycznie istotne.
- Dobowe max. stężenie dla *Alternaria sp.*: 1510 w m<sup>3</sup> stw. dnia 24.07.2018; dla *Cladosporium sp.*: 521916 w m<sup>3</sup> (!) dnia 27.06.2015
- Główny sezon emisji konidii *Alternaria sp.* trwał od czerwca do sierpnia, gdy średnie stężenia były ≥100 w m<sup>3</sup>; dla *Cladosporium sp.* poziomy ≥3000 w m<sup>3</sup> odnotowano od maja do września.
- Średnia liczba dni, w których stężenia taksonów *Cladosporium sp.* i *Alternaria sp.* osiągnęły bardzo wysokie stężenia zarodników (>100 dla *Alternaria sp.* i >3000 dla *Cladosporium sp.*) wyniosły 60-108 dla *Cladosporium sp.* i 36-79 dla *Alternaria sp.*
- W 2016 roku odnotowano najwyższe stężenia *Alternaria sp.*, a w 2015 roku *Cladosporium sp.*
- Stwierdzono bardzo niską korelację między dobowymi stężeniami obydwu taksonów:  $r^2 = 0,12$  (P < 0,05), co tłumaczyło zaledwie 12% ogólnej zmienności.

## Wnioski

- Ekspozycja na *Cladosporium sp.* jest ogromna i dominująca w aeroplanktonie Łodzi.
- Z uwagi na istotnie zróżnicowany, dobowy, sezonowy i roczny obraz stężeń, jedynie stały monitoring zapewnia wgląd w ekspozycję na istotne taksony zarodników, które stanowią źródło aeroalergenów grzybów mikroskopowych.