

# **Wpływ zanieczyszczeń powietrza na stężenia zarodników wywołujących alergię**

## **The impact of air pollution on the concentration of allergenic fungal spores**

**dr Agnieszka Grinn-Gofroń**

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii Uniwersytetu Szczecińskiego

**Streszczenie:** Zarodniki grzybów są istotnym elementem bioaerozolu i często też są rozpatrywane jako tzw. biozanieczyszczenia. Oprócz czynników meteorologicznych, które wpływają na wysokość stężeń spor w powietrzu, ważnym czynnikiem, zwłaszcza w dużych miastach, są zanieczyszczenia powietrza. Ich wpływ na wysokość stężeń zarodników nie został dokładnie poznany.

**Abstract:** Fungal spores are an important component of bioaerosol and also considered to act as indicator of the level of atmospheric bio-pollution. In addition to meteorological factors that affect the level of spore concentrations in the air, an important factor, especially in big cities are air pollutions. Their impact on the level of spore concentrations is not well understood yet.

**Słowa kluczowe:** aeroalergeny, zarodniki grzybów, zanieczyszczenia powietrza

**Key words:** aeroallergens, fungal spores, air pollution

**N**a wysokość stężeń zarodników grzybów wywołujących alergię wpływają czynniki biologiczne i środowiskowe. Ze względu na swoje alergogenne właściwości zarodniki grzybów zostały uznane za biozanieczyszczenia, dlatego istotnym zagadnieniem wydaje się prowadzenie badań nad wpływem zanieczyszczeń powietrza na wysokość i zmiany stężeń wybranych rodzajów spor w powietrzu. Zanieczyszczenia emitowane do atmosfery są rozpraszane przez pionowe mieszanie się mas powietrza, wiatry i opady. Klasyfikacja tych związków opiera się na źródłach pochodzenia, składzie chemicznym i rozmiarach cząstek. Najważniejszymi, najczęściej opisywanymi w literaturze związkami wpływającymi na jakość powietrza są: ozon, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki i pył zawieszony.

Najnowsze badania wyraźnie wskazują, że wzrost stężenia ozonu troposferycznego ma wpływ na ludzkie zdrowie, klimat, roślinność i skład atmosfery. Stężenie ozonu i jego zmiany są dość trudne do monitorowania, ale wiadomo, że wzrost temperatury jest związany ze wzrostem stężenia ozonu troposferycznego, ponieważ jest to gaz cieplarniany. Obecnie trudno dokładnie określić pochodzenie ozonu, gdyż powstaje on także w wyniku kompleksowych, fotochemicznych reakcji przy udziale promieniowania słonecznego i zanieczyszczeń przemysłowych. Dlatego uważa się, że wzrost stężenia ozonu w atmosferze może być skorelowany ze zwiększoną emisją zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Prekursorami reakcji, w których powstaje ozon, są głównie tlenki azotu emitowane przez fabryki i pojazdy mechaniczne. Z kolei

na przykład dwutlenek azotu może być utleniany w atmosferze do siarczanu w postaci aerozolu. Reakcje tego związku z innymi zanieczyszczeniami, takimi jak tlenki azotu, wpływają na wysokość stężenia ogólnego zanieczyszczenia atmosfery.

Korelacje między stężeniami zarodników a czynnikami meteorologicznymi zostały szczegółowo opisane w literaturze, natomiast wpływ zanieczyszczeń powietrza był do tej pory przeważnie pomijany, prawdopodobnie dlatego, że relacje te są nieliniowe i trudne do analizy. Stężenie ozonu w jednych analizach wykazało istotną statystycznie i pozytywną korelację z liczbą zarodników w powietrzu, a w innych – negatywną. Wiadomo, że niskie stężenie ozonu w powietrzu nie wpływa w żaden sposób na wysokość stężeń, natomiast w bardzo wysokich koncentracjach ozon zabija mikroorganizmy przez oksydację komponentów komórkowych, między innymi enzymów, peptydów, protein i ścian komórkowych. Proces oksydacji może całkowicie zahamować albo znacznie spowolnić wzrost grzybnii, np. *Cladosporium*.

Analiza korelacji między stężeniem zarodników *Alternaria* i *Cladosporium* a koncentracją pyłu zawieszonego (PM<sub>10</sub>) przeprowadzona przez Sousa i wsp. [6] oraz Adhikari i wsp. [1] wykazała pozytywną zależność tylko w przypadku rodzaju *Alternaria*. Korelacja w przypadku drugiego rodzaju była również pozytywna, ale nieistotna statystycznie. Rajsic i wsp. [5] przypuszczają, że temperatura powietrza może wpływać na stężenie pyłu zawieszonego, a Adhikari i wsp. [1] dodają, że reakcja ta jest także reakcją kompleksową. Znany jest także wpływ cząstek pyłu zawieszonego na zarodniki grzybów znajdujące się w powietrzu. Cząsteczki pyłu mogą się wiązać z powierzchnią zarodników i zmieniać ich morfologię, a to może wpływać na zmiany we wzorcach rozproszenia w otaczającym powietrzu przez zmianę właściwości aerodynamicznych spor.

Dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) w analizach przeprowadzonych przez Yanga i wsp. [7] wykazał wysoki stopień korelacji między stężeniem dwutlenku siarki w powietrzu a warunkami meteorologicznymi. Analiza przeprowadzona metodą sztucznych sieci neuronowych [3] wykazała niską korelację ze stężeniem zarodników rodzaju *Alternaria* i *Cladosporium* i prawdopodobnie ten rodzaj zanieczyszczenia nie ma bezpośredniego wpływu na koncentrację spor w powietrzu. Przypuszczalny związek między dwutlenkiem siarki a stężeniem zarodników notowany przez Ho i wsp. [4] był efektem wpływu korzystnych dla wzrostu stężenia SO<sub>2</sub> czynników meteorologicznych, które w tym samym czasie powodowały zwiększenie liczby zarodników w powie-

trzu. Elminir [2] wykazał w swoich analizach, że temperatura nie wpływa w sposób znaczący na wysokość stężenia SO<sub>2</sub>, natomiast wilgotność względna powietrza okazała się parametrem najistotniejszym.

Podobne wyniki, opublikowane przez tego samego autora, dotyczyły dwutlenku azotu. Obecność tego tlenku w powietrzu jest przeważnie związana z obecnością ozonu. Ponieważ dwutlenek azotu jest prekursorem powstawania smogu fotochemicznego, jego główny efekt zdrowotny jest związany z reakcjami, w których powstaje ozon. Elminir [2] stwierdził, że roczny rozkład miesięcznych, średnich koncentracji NO<sub>2</sub> pokrywa się z takim samymi stężeniami ozonu. Dlatego też autor ten wnioskuje o znikomym wpływie tego tlenku na zmiany stężeń zarodników. Podobnie Ho i wsp. [4] odnotowali niską wartość współczynnika korelacji między stężeniami zarodników w powietrzu (osobno także dla rodzaju *Cladosporium*) a koncentracją dwutlenku azotu.

Na podstawie analizy literatury tematycznej można wysnuć wniosek, że współczynnik korelacji między zanieczyszczeniami powietrza a czynnikami meteorologicznymi nie jest zbyt wysoki. Jest to najprawdopodobniej konsekwencja działania dwóch konkurencyjnych mechanizmów: dyspersji atmosferycznej (cząstki są usuwane z zanieczyszczonego powietrza przez tak zwaną suchą depozycję i razem z opadami przez depozycję mokrą) i aerolizacji (emisji cząstek aerozolu przez pojazdy i przemysł). Współczynnik korelacji nietrudno wyjaśnić w kontekście obserwacji w krótkich, powtarzających się odcinkach czasu, ale w przypadku średnich wartości dobowych zrozumienie istoty tego zagadnienia jest bardzo trudne. Jest prawdopodobne, że niski współczynnik korelacji dla średnich koncentracji i wartości dobowych to „pozostałość” albo „efekt” silnych korelacji notowanych podczas obserwacji w krótkich odcinkach czasu.

Bezpośredni wpływ zanieczyszczeń powietrza na stężenia zarodników grzybów w powietrzu nie jest dobrze udokumentowany w literaturze. Prawdopodobnie dlatego, że korelacja między koncentracją zarodników a poziomem zanieczyszczeń powietrza jest symptomatyczna. Sousa i wsp. [6] podsumowują, że istotna statystycznie korelacja między koncentracją aeroalergenów (zarodników i ziaren pyłku) jest obserwowana losowo, a wpływ zanieczyszczeń na stężenia spor zależy od okresu analizy.

Uogólniając, można stwierdzić, że w większości przeprowadzonych badań nad wpływem czynników meteorologicznych na poziom wybranych zanieczyszczeń powietrza najważniejszym parametrem jest temperatura powietrza. Na podstawie analizy zmian

klimatu na obszarze Europy można prognozować, że wysoka temperatura powietrza podczas letnich miesięcy będzie się stopniowo zwiększać przez najbliższe 50 lat. Takie warunki oraz wciąż rosnąca liczba pojazdów i rozwijający się przemysł sprawia, że ozon pochodzenia fotochemicznego będzie bardzo trudny do monitorowania i analizowania. Planując przyszłe badania, ukierunkowane na poprawę jakości powietrza w celu zapobiegania między innymi alergiom, należy zwrócić szczególną uwagę na te rodzaje zanieczyszczeń, które będą dominować w powietrzu. Elminir i wsp. [2] stwierdzili, że średnie dobowe stężenia ozonu były najwyższe w temperaturze wyższej niż 30°C i wykazały jednocześnie wyraźną tendencję do wzrastania wraz ze wzrostem temperatury. W przypadku wilgotności względnej powietrza wykazano, że najwyższe średnie dobowe stężenia ozonu wystąpiły przy stężeniu wilgotności mniejszym i równym 40%. Może to być związane z nasilonym procesem utleniania węglowodorów w godzinach popołudniowych, przy wzmożonym ruchu ulicznym, co wspomaga produkcję ozonu.

Chociaż w większości badań nie wykazano bezpośredniego wpływu zanieczyszczeń powietrza na wysokość stężeń zarodników grzybów, nie powinno się jednak zapominać o ich wpływie na właściwości uczulające spor. Badania epidemiologiczne i laboratoryjne nad rolą alergenów i zanieczyszczeń powietrza jako mechanizmu powodującego ataki astmy wykazały, że ozon, dwutlenek azotu i dwutlenek siarki oraz aeroalergeny były niezależnie albo interaktywnie związane z objawami astmy. Ukierunkowane badania wykazały, że wdychanie ozonu, dwutlenku azotu i siarki, osobno albo w kombinacjach, może zwiększać wrażliwość dróg oddechowych i w ten sposób zaostrzać objawy astmy. Ponieważ nie ma jeszcze testów skórnych badających wrażliwość pacjenta na zanieczyszczenia powietrza, pozostają one wciąż nieokreślonym czynnikiem, który może wpływać na zaostrzenie objawów astmy.

Wiadomo już także, że nie można w widoczny i szybki sposób obniżyć poziomu zanieczyszczenia powietrza, dlatego powinno się położyć szczególny nacisk na działania prewencyjne. Osoby z astmą nie powinny wychodzić z domu w dni, kiedy zanieczyszczenie powietrza jest bardzo wysokie, nie powinny też

wykonywać wtedy czynności, które wymagają dużej aktywności fizycznej. Pozwoli to w niewielkim stopniu ograniczyć przypadki zaostrzeń astmy i reakcji alergicznych.

### Piśmiennictwo:

1. Adhikari A., Reponen T., Grinshpun S.A., Martyzevicius D., LeMasters G.: *Correlation of ambient inhalable bioaerosols with particulate matter and ozone: a two-year study. Environmental Pollution* 2006, 140: 16-28.
2. Elminir H.K.: *Dependence of urban air pollutants on meteorology. Science of the Total Environment*. 2005, 350: 225-237.
3. Grinn-Gofroń A., Strzelczak A., Wolski T.: *The relationships between air pollutants, meteorological parameters and concentration of airborne fungal spores. Environmental Pollution* 2011, 159: 602-608.
4. Ho H-M., Rao C.Y., Hsu H.-H., Chiu Y.-H., Liu Ch.-M., Chao H.J.: *Characteristic and determinants of ambient fungal spores in Hualien, Taiwan. Atmospheric Environment*. 2005, 39: 5839-5850.
5. Rajšić S.C., Tasić M.D., Novacović V.T., Tomasević M.N.: *First assessment of the PM10 and PM2.5 particulate level in the ambient air of Belgrade city. Environmental Science and Pollution Research International* 2004, 11: 158-164.
6. Sousa S.I.V., Martins F.G., Pereira M.C., Abvim-Ferraz M.C.M., Ribeiro H., Oliveira M., Abreu I.: *Influence of atmospheric ozone, PM10 and meteorological factors on the concentration of airborne pollen and fungal spores. Atmospheric Environment*. 2008, 42: 7452-7464.
7. Yang S., Yuesi W., Changchun Z.: *Measurement of the vertical profile of atmospheric SO2 during the heating period in Beijing on days of high air pollution. Atmospheric Environment*. 2009, 43: 468-472.

Adres do korespondencji:

**dr Agnieszka Grinn-Gofroń**

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii  
Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu  
Szczecińskiego  
71-415 Szczecin, ul. Wąska 13  
e-mail: agofr@univ.szczecin.pl