

# Rodzaj *Ganoderma* jako źródło potencjalnych alergenów grzybowych

## *Ganoderma* genus as a source of potential mould's allergens

dr Agnieszka Grinn-Gofroń

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii Uniwersytetu Szczecińskiego

**Streszczenie:** Zarodniki rodzaju *Ganoderma* (*Basidiomycotina*) od kilkudziesięciu lat są notowane jako jedna z większych i ważniejszych grup aeroplanktonu grzybowego na świecie. Zarodniki (bazydiospory) są niewielkie (rozmiar w granicach kilku mikrometrów), z przezroczystą ścianką zewnętrzną i pomarańczową wewnętrzną. Ze względu na swoje właściwości alergogenne zostały uznane za jeden z ważniejszych alergenów grzybowych.

**Abstract:** *Ganoderma* basidiospores (a member of the class *Basidiomycotina*), commonly known as bracket fungus or wood decay fungus, have been noted as an important and prevalent group of fungal airspora worldwide. The spores have an orange inner wall and spines that penetrate a colorless outer wall. Its spores range in size from 6.5–13×5–9 micrometers (microns). It has subsequently been reported as having allergenic properties and has been implicated in the elicitation of respiratory allergic diseases.

**Słowa kluczowe:** aeroalergeny, *Ganoderma*, zarodniki, grzyby

**Key words:** aeroallergens, *Ganoderma*, spores, mould

W atmosferze bardzo licznie występują biernie unoszące się żywe organizmy i cząstki biologiczne. Zarodniki grzybów zaliczane są do bioaerozolu głównie ze względu na niewielkie rozmiary (kilka, kilkanaście mikrometrów). Nieliczne spory są łatwe do zidentyfikowania i występują w powietrzu często i licznie. Zawartość zarodników określonego taksonu charakteryzuje się swoistym cyklem sezonowym i dobowym. Cykle te są zależne m.in. od klimatu, warunków pogodowych, dostępności świeżych substratów do wzrostu grzybni, okołodobowego cyklu światła i ciemności, ustroju ekologicznego gatunku oraz innych czynników środowiskowych. Pogoda wpływa na sporulację, transport i depozycję zarodników, a jej elementy korelują ze sobą. Biorąc pod uwagę wpływ elementów pogody, podzieleno zarodniki grzybów na tzw. „mokre” (*wet spores*) i „suche” (*dry spores*).

Pierwsza grupa to spory, których stężenie wzrasta przy pogodzie wilgotnej i cieplej. Natomiast ciepła i sucha pogoda sprzyja rozwojowi grzybni, sporulacji i rozprzestrzenianiu się konidiów, m.in. *Cladosporium* i *Alternaria*, zaliczanych do tzw. spor „suchych”. Do tej grupy należy większość przedstawicieli gromady workowców (*Ascomycota*) i podstawczaków (*Basidiomycota*). Zarodniki grzybów alergogennych nie mają ściśle określonego sezonu występowania. Pojawiają się w powietrzu wczesną wiosną, szczytowe stężenia osiągają późnym latem i jesienią, a ich liczba obniża się do zera jedynie po obfitych opadach śniegu zimą.

Zarodniki grzybów stanowią jedną z podstawowych grup alergenów inhalacyjnych. Niewielkie rozmiary pozwalają im na głęboką penetrację drzewa oskrzelowego, co często prowadzi do reakcji alergicznych ze strony dolnych dróg oddechowych. Większość osób wykazujących nadwrażliwość na tę grupę alerge-

nów ma objawy całoroczne z okresami sezonowych zaostżeń. Szacuje się, że uczulenie na alergeny grzybów dotyczy 5–30% osób. Odsetek ten jest wyższy w populacji dziecięcej w porównaniu z populacją dorosłych.

Bardzo istotnym czynnikiem związanym z nadwrażliwością na alergeny grzybów jest silnie wyrażona zmienność właściwości biochemicznych i alergogennych grzybów w obrębie jednego gatunku, ale pochodzących z różnych hodowli. Zmienność ta jest głównie skutkiem nieograniczonej zdolności adaptacji tych organizmów do zmieniających się warunków otoczenia. Stawia to szczególne wymagania co do jakości i standaryzacji ekstraktów używanych w diagnostyce i terapii.

Do podgromady *Basidiomycotina* należy około 30 000 gatunków odżywiających się saprofitycznie lub pasożytów. Nieliczne z nich jako komponenty wchodzi w skład porostów. Grzybnia podstawczaków jest wielokomórkowa i rozgałęziona. Najczęściej ma postać delikatnych i cienkich strzępek lub stosunkowo grubych sznurów wegetatywnych, czasami przetrwalników. Zróżnicowanie morfologiczne w obrębie tej podgromady jest również znaczne – od form jednokomórkowych do grzybów wytwarzających owocniki ważące kilka kilogramów.

Zarodniki typu *Ganoderma* mają obły kształt, pomarańczową wewnętrzną ściankę z wypustkami, które dochodzą do jasnej, przezroczystej ścianki zewnętrznej. Rozmiar spor mieści się w zakresie 6,5–13×5–9 mikronów. Od początku lat 60. w światowej literaturze pojawiały się doniesienia o powszechnej obecności bazydiospor tego rodzaju w bioaerозolu [7–10, 12, 17–22]. Zarodniki z rodzaju *Ganoderma* zostały również stosunkowo niedawno uznane za czynniki uczulające. Pierwsza sugestia na temat możliwości potencjalnego związku bazydiospor z objawami alergii oddechowej pojawiła się w pracy Gregory'ego i Hirsta z 1952 roku [5]. Prace późniejsze wielokrotnie wskazywały na przypuszczalną alergogenność tego rodzaju [3, 13, 16, 23, 25, 27, 32] oraz jeden z czynników wywołujących alergię wziewne [4, 29]. Również Tarlo i wsp. [31] zanotowali wysokie stężenia zarodników rodzaju *Ganoderma* w Ontario (Kanada) i napisali o ich potencjalnym alergogennym wpływie. Podobne informacje były zawarte także w pracach z Auckland w Nowej Zelandii [4, 8–10]. Autorzy stwierdzili, że rodzaj *Ganoderma* jest jednym z głównych komponentów zarodników notowanych w powietrzu i stanowi źródło alergenów związanych z objawami astmy. Ci sami autorzy zasugerowali, że długotrwałe przebywanie w miejscach, gdzie występuje bardzo wysokie stężenie zarodników rodzaju *Ganoderma* może stymulować reakcje alergiczne na podstawowym pozio-

mie u bardzo wrażliwych pacjentów. O wystąpieniu pozytywnych reakcji w testach skórnych i wziewnych na alergeny *Ganoderma applanatum* pisał Herxheimer i wsp. [12]. Natomiast Lehrer i wsp. [17] oraz Sprenger i wsp. [29] u 32% populacji osób wrażliwych w Nowym Orleanie i u 30% w Seattle zanotowali pozytywne wyniki testów skórnych dla ekstraktów zawierających rodzaj *Ganoderma*. Podobne rezultaty osiągnął Singh i wsp. [28] w Indiach dla gatunku *Ganoderma lucidum*. Pozytywne reakcje skórne były notowane u 28,4% pacjentów.

Ze względu na możliwość wywołania objawów alergii przez zarodniki podstawczaków, zwłaszcza rodzaju *Ganoderma*, równocześnie z testami klinicznymi prowadzono badania nad rocznym i dobowym rozkładem koncentracji zarodników tego rodzaju [1, 9, 22, 28].

W Nowej Zelandii zarodniki rodzaju *Ganoderma* były obecne w powietrzu przez cały rok, z wyraźnym wzrostem koncentracji w sezonie letnim i jesiennym od grudnia do kwietnia. Podobne wyniki notowano w Meksyku, Kanadzie i Indiach, gdzie najwyższe stężenia zarodników tego rodzaju wystąpiły od czerwca do października [1, 2, 22].

Mitakakis i Guest [24] notowali obecność zarodników *Ganoderma* w powietrzu podczas całego roku, natomiast wyraźny wzrost stężenia zaobserwowali w sezonie letnim i jesiennym. Podczas pięcioletnich badań nad koncentracją wybranych typów zarodników w Indiach dla rodzaju *Ganoderma* stwierdzono dwa bardzo wyraźne okresy wzrostu stężenia – w marcu i październiku [2]. Najwyższa liczba zarodników wystąpiła w październiku, jak przypuszczają autorzy, pod wpływem wysokiej średniej temperatury i wilgotności względnej, niskiego poziomu opadów oraz zróżnicowanych prędkości wiatru (0,8–4,2 km/h). Odmienne wyniki notowano również w Indiach, ale w prowincji Kerali [26]. Zarodników rodzaju *Ganoderma* nie notowano w styczniu i lutym, a najwyższe stężenie wystąpiło w sierpniu. W pozostałych miesiącach koncentracja zarodników była dość niska. Roczny monitoring aerobiologiczny w Chile [14] wykazał, iż stężenie zarodników wzrastało w listopadzie, a najwyższe wartości osiągało w lutym i kwietniu. W Arabii Saudyjskiej w mieście Jizan nad Morzem Czerwonym wysokie stężenia rodzaju *Ganoderma* wystąpiły w grudniu i styczniu, miesiącach ze średnią temperaturą 15–20°C i wilgotnością względną około 70% [11]. W Polsce najwyższe stężenia zarodników tego rodzaju notowano w lipcu [6] i sierpniu [30].

Występowanie zarodników, wysokość ich rocznych i dobowych stężeń są ściśle związane z czynni-

kami pogodowymi. Badania nad korelacją między stężeniami zarodników a warunkami meteorologicznymi były i są prowadzone na całym świecie. W Polsce stężenie zarodników *Ganoderma* było pozytywnie skorelowane z minimalną temperaturą powietrza. Wysokie miesięczne koncentracje miały miejsce w sierpniu, kiedy wystąpiły: najwyższa średnia temperatura maksymalna (24,7°C), najniższa miesięczna suma opadów (53,4 mm) i niski poziom wilgotności względnej (65–79%). Najwyższe stężenia zarodników zanotowano podczas ciepłych, wilgotnych dni sierpnia, przy nieznacznych mżawkach, około dwóch tygodni po dłuższych opadach deszczu. Dla pozostałych analizowanych czynników: nasłonecznienia, wilgotności względnej i opadów deszczu, nie zanotowano istotnej statystycznej korelacji [30]. Podczas rocznego monitoringu powietrza w Auckland w Nowej Zelandii dla rodzaju *Ganoderma* wystąpiły istotne korelacje między stężeniem zarodników a średnią maksymalną temperaturą i negatywne korelacje z prędkością wiatru i opadami deszczu [8]. W prowincji Kerali w Indiach stwierdzono wyraźny wzrost liczby zarodników w powietrzu atmosferycznym podczas okresu deszczowego od lipca do listopada [26]. Podobne wyniki uzyskała Lacey [15] w krajach tropikalnych. Pora deszczowa i związana z nią wysoka wilgotność powietrza oraz dostępność wody, według autora, wpływa na zwiększenie produkcji zarodników.

Wszystkie gatunki z rodzaju *Ganoderma* mogą produkować i uwalniać do atmosfery około 20 milionów zarodników w sezonie wiosenno-letnim i w okresach podwyższonej wilgotności powietrza. Kilka alergenów rozpoznanych jako alergeny rodzaju *Ganoderma* nie zostało jeszcze dokładnie zbadanych i opisanych. Dlatego niezbędne są dalsze wnikliwe i interdyscyplinarne badania oraz testy kliniczne opisanego rodzaju, prowadzone przez ośrodki badawcze na całym świecie.

### Piśmiennictwo:

1. Calderon C., Lacey J., McCartney H.A., Rosas I.: Seasonal and diurnal variation of airborne basidiomycete spore concentration in Mexico City. *Grana* 1995, 34: 260-268.
2. Chakraborty P., Gupta-Bhattacharya S., Chanda S.: Aeromycoflora of an agricultural farm in West Bengal, India: A five-year study (1994–1999). *Grana* 2003, 42: 248-254.
3. Cruz A., Saenz de Santamaría M., Martínez J., Martínez A., Guíasantez J., Palacios R.: Fungal allergens from important allergenic fungi imperfecti. *Allergol. et Immunopathol.* 1997, 25(3): 153-158.
4. Cutten A.E.C., Hasnain S.M., Bai T.R., McKay E.J.: The basidiomycete *Ganoderma* and asthma. Collection, quantitation and immunogenicity of the spores. *N. Zeal. Med. J.* 1988, 101: 361-363.
5. Gregory P.H., Hirst J.M.: Possible role of basidiospores as airborne allergens. *Nature* 1952, 170: 414.
6. Grinn-Gofroń A.: Analiza zmian stężenia zarodników grzybów alergogennych w powietrzu w Szczecinie. W: Człowiek i środowisko przyrodnicze Pomorza Zachodniego. Środowisko biologiczne-biologia środowiskowa, eksperymentalna i stosowana. Tarasiuk J., Kepczyński J. (red.). Szczecin 2006: 23-235.
7. Halawagy M.H.: Fungal air spora of Kuwait city, Kuwait. *Grana* 1994, 33: 340-345.
8. Hasnain S.M.: Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana* 1993, 184-188.
9. Hasnain S.M., Newhook F.J., Wilson J.D., Corbin J.B.: First report of *Ganoderma* allergenicity in Auckland, New Zealand. *N. Zeal. J. Sci.* 1984, 27: 261-267.
10. Hasnain S.M., Wilson J.D., Newhook F.J.: Allergy to basidiospores: Immunologic studies. *N. Zeal. Med. J.* 1985, 98: 393-396.
11. Hasnain S.M., Al-Frayh A., Khatija F., Al-Sedary S.: Airborne *Ganoderma* basidiomycetes in a country with desert environment. *Grana* 2004, 43: 111-115.
12. Herxheimer H., Hyde H.A., Williams D.A.: Allergic asthma caused by basidiospores. *Lancet* 1969, 11: 131-133.
13. Horner W., Helbling A., Salvaggio J., Lehrer S.: Fungal allergens. *Clin. Microbiol. Rev.* 1995, 8(2): 161-179.
14. Ibáñez Henríquez V., Rojas Villegas G., Roure Nolla J.M.: Airborne fungi monitoring in Santiago, Chile. *Aerobiologia* 2001, 17: 137-142.
15. Lacey J.: Aerobiology and health, the role of airborne fungal spores in respiratory diseases. W: *Frontiers in Mycology*. Hawksworth D.L. (red.). CBA, Wallingford 1990: 131-156.
16. Lehrer S.B., Horner W.E.: Allergic reactions to basidiospores: Identification of allergens. *Aerobiologia* 1990, 6: 181-186.
17. Lehrer S.B., Lopez M., Butcher B.T., Olsen J., Reed M., Salvaggio J.E.: Basidiomycete mycelia and spore allergen extracts: skin reactivity in adults with symptoms of respiratory allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1986, 78: 478-485.
18. Lehrer S.B., Hughes J.M., Altman L.C., Bousquet J., Davies R.J., Gell L., Li J., Lopez M., Malling H.J., Mathison D.A., Sastre J., Schultze-Werninghaus G., Schwartz H.J.: Prevalence of basidiomycete allergy in the USA and Europe and its relationship to allergic respiratory symptoms. *Allergy* 1994, 49: 460-465.
19. Levetin E.: Studies on airborne basidiospores. *Aerobiologia* 1990, 6: 177-180.
20. Levetin E.: Identification and concentration of airborne basidiospores. *Grana* 1991, 30: 123-128.

21. Li D. W., Kendrick B.: Functional relationships between airborne fungal spores and environmental factors in Kitchener-Waterloo, Ontario, as detected by Canonical correspondence analysis. *Grana* 1994, 33: 166-176.
22. Li D. W., Kendrick B.: A year-round outdoor aeromycological study in Waterloo, Ontario, Canada. *Grana* 1995, 34: 199-207.
23. Lopez M., Salvaggio J.E., Butcher B.T.: Allergenicity and immunogenicity of basidiomycetes. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1976, 57: 480-488.
24. Mitakakis T. Z., Guest D.I.: A fungal spore calendar for the atmosphere of Melbourne, Australia, for the year 1993. *Aerobiologia* 2001, 17: 171-176.
25. O'Neil C.E., Horner W.E., Reed M.A., Lopez M., Lehrer S.B.: Evaluation of basidiomycete and deuteromycete (fungi imperfecti) extracts for shared allergenic determinants. *Clin. Exp. Allergy* 1990, 20: 533-538.
26. Padmanabhan S.J., Themath S.N.: Airborne fungal spores in sawmill environment in Palakkad District, Kerala, India. *Aerobiologia* 2004, 20:75-81.
27. Santilli J., Rockwell W.J., Collins R.P.: The significance of basidiomycetes (mushrooms and their allies) in bronchial asthma and allergic rhinitis. *Ann. Allergy* 1985, 55: 469-471.
28. Singh A.B., Gupta S.K., Pereira B.M., Prakash D.: Sensitization to *Ganoderma lucidum* in patients with respiratory allergy in India. *Clin. Exp. Allergy* 1994, 25: 440-447.
29. Sprenger J.D., Altman L.C., O'Neil C.E., Lehrer S.B., Ayars G.H.: Skin test reactivity to basidiospores in adults in Seattle with respiratory allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1986, 77: 200.
30. Stępańska D., Wolek J.: Variation in fungal spore concentrations of selected taxa associated to weather conditions in Cracow, Poland, in 1997. *Aerobiologia* 2005, 21: 43-52.
31. Tarlo S.M., Bell B., Srinivasan J., Dolovich J., Hargreave F.E.: Human sensitization to *Ganoderma* antigen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 1979, 64: 43-49.
32. Vijay H.M., Comtois P., Sharma R., Lemieux R.: Allergenic components of *Ganoderma applanatum*. *Grana* 1991, 30: 167-170.

Adres do korespondencji:

**dr Agnieszka Grinn-Gofroń**

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii

Uniwersytet Szczeciński

71-415 Szczecin, ul. Wąska 13

e-mail: agofr@univ.szczecin.pl

**EAACI 2009 Warszawa**



**XXVIII Kongres  
Europejskiej Akademii Alergologii  
i Immunologii Klinicznej**

**(European Academy of Allergology  
and Clinical Immunology)**

**6-10 czerwca 2009 r.**

**<http://www.congrex.com/eaaci2009>**

**e-mail: [eaaci2009@congrex.com](mailto:eaaci2009@congrex.com)**