

MAGDALENA SADYŚ, DOROTA MYSZKOWSKA, MATTHEW SMITH

(UNIVERSITY OF WORCESTER, MEDICAL UNIVERSITY OF VIENNA¹)

CHARAKTERYSTYKA BADAŃ AEROMYKOLOGICZNYCH
I WSTĘPNY OPIS BADAŃ PROWADZONYCH
W WORCESTER W WIELKIEJ BRYTANII
W RAMACH WSPÓŁPRACY WIELOOŚRODKOWEJ

WPROWADZENIE

W dzisiejszych czasach wiele uwagi poświęca się jakości powietrza, którym oddychamy na co dzień. Większość raportów dotyczących stanu środowiska naturalnego ograniczona jest jednak do wykazania skażenia chemicznego, w ramach którego mierzony jest poziom m.in. tlenków węgla, siarki, azotu. Równie niebezpieczne dla naszego zdrowia jest zanieczyszczenie biologiczne, które wywołuje między innymi choroby układu oddechowego. Za głównych sprawców astmy, alergicznego zapalenia błony śluzowej nosa i nadwrażliwości płuc uznaje się alergenne ziarna pyłku oraz alergenne zarodniki grzybów. Nauką zajmującą się biologicznymi cząstkami materii występującymi w powietrzu jest aerobiologia (niekiedy dzielona na aeropalinologię oraz aeromikologię)². Przedmiotem badań aerobiologii jest nie tylko określenie źródła pochodzenia poszczególnych cząstek materii, ale również wszystkich procesów, którym podlegają, czyli uwalnianie do atmosfery, dyspersja i sedymentacja³.

¹ University of Worcester, National Pollen and Aerobiology Research Unit; Medical University of Vienna, Department of Oto-Rhino-Laryngology.

² S.N. Agashe, E. Caulton, *Pollen and spores. Applications with special emphasis on aerobiology and allergy*, Enfield 2009, s. 168.

³ J. Lacey, *Whither Aerobiology?*, [w] *Recent trends in aerobiology, allergy and immunology*, ed. S.N. Agashe, Oxford 1994, s. 31-42.

Zarodniki grzybów są produkowane w wyniku rozmnażania płciowego i/lub bezpłciowego celem kolonizacji środowiska⁴. Ponad 80 rodzajów zarodników grzybów wywołuje choroby układu oddechowego, m.in. alergiczny nieżyt nosa czy astmę⁵, które nie tylko znacząco obniżają jakość życia, ale również skutkują stratami ekonomicznymi (zmniejszona wydajność pracy uczulonych pracowników, wydłużony okres chorobowy)⁶. Oszacowano, że od 20 do 30% osób cierpiących na astmę oraz aż do 6% całej populacji ludzkiej wykazuje wrażliwość na alergeny grzybów⁷. Prognozowanie koncentracji zarodników grzybów w powietrzu odgrywa kluczową rolę przy ustaleniu okresu leczenia profilaktycznego oraz utrzymaniu zastosowanego leczenia. Dzięki prognozowaniu stężeń alergenów możliwe jest również planowanie zajęć w taki sposób, aby uniknąć bezpośredniej ekspozycji na podwyższone stężenia zarodników grzybów w powietrzu.

MONITORING AEROMIKOLOGICZNY

W początkowych etapach rozwoju aerobiologii stosowano metodę hodowli na różnych podłożach, aby dowiedzieć się, jakiego rodzaju grzyby występują w powietrzu oraz w jakich stężeniach. Metoda ta posiadała wiele wad; wyłącznie żywe zarodniki grzybów zdolne są wykiełkować na pożywce, chociaż martwe zarodniki również posiadają szkodliwe alergeny, tym samym otrzymane wyniki są znacznie zaniżone. Niektóre grzyby rosną szybciej, inne wolniej i przez to ich obecność może zostać zamaskowana. Kolejnymi wadami są: selektywność danej pożywki, niemożliwość określenia koncentracji zarodników grzybów w 1 m³ powietrza, faworyzacja cięższych zarodników grzybów, które znacznie szybciej sedymentują⁸.

Obecnie powszechnie wykorzystuje się urządzenie pomiarowe skonstruowane przez Hirsta w 1952 r. (Rys. 1)⁹. Pułapka, którą można umieścić na środku pola uprawnego lub na dachu budynku, działa w taki sposób, że cząstki materii są zasysane wraz z powietrzem z prędkością 10 l na minutę i osadzają się na taśmie pokrytej lepką substancją (najczęściej silikonem lub mieszaniną wazeliny z woskiem). Taśma przymocowana jest do bębna, który porusza się z prędkością

⁴ B. Simon-Nobbe, U. Denk et al., *The spectrum of fungal allergy*, "International Archives of Allergy and Immunobiology" 2008, nr 145, s. 58-86.

⁵ W.E. Horner, A. Helbling et al., *Fungal allergens*, "Clinical Microbiology Reviews" 1995, nr 8, s. 161-179.

⁶ J. Bousquet, P. van Cauwenberge et al., *Allergic rhinitis and its impact on asthma*, "Journal of Allergy and Clinical Immunology" 2001, nr 108, s. S147-S334.

⁷ V.P. Kurup, H.-D. Shen et al., *Respiratory fungal allergy*, "Microbes and Infection" 2000, nr 2, s. 1101-1110.

⁸ P.H. Gregory, *The microbiology of the atmosphere*, London 1961, s. 92.

⁹ J.M. Hirst, *An automatic volumetric spore trap*, "Annals of Applied Biology" 1952, nr 39, s. 257-265.

2 mm na godzinę i podlega wymianie raz w tygodniu o tej samej porze. Taśmę należy następnie pociąć na odcinki odpowiadające 24-godzinnym okresom oraz wybarwić na szkiełku mikroskopowym¹⁰.



Rys. 1. Pułapka Hirsta
(Fot. M. Sadyś)

Kolejnym etapem jest liczenie poszczególnych zarodników grzybów przy użyciu mikroskopu świetlnego; najczęściej stosowanym powiększeniem jest 10x40. Zarodniki mogą być liczone wzdłuż jednego poziomego centralnego pasa, wzdłuż 12 pasów pionowych lub z określonej liczby pól wybranych losowo. Pierwsza metoda pozwala na uzyskanie wyników godzinnych i dobowych, druga dwugodzinnych i dobowych, natomiast trzecia wyłącznie dobowych. Otrzymaną liczbę zarodników grzybów należy przemnożyć przez czynnik korekcyjny (który zależy od rodzaju stosowanego powiększenia, szerokości pola widzenia pod danym powiększeniem oraz powierzchni badanego preparatu mikroskopowego); stężenie zarodników grzybów wyraża się jako liczbę zarodników grzybów w 1 m³ powietrza.

Identyfikacja niektórych taksonów bywa czasem kłopotliwa, ponieważ różnice pomiędzy poszczególnymi rodzajami są niezbyt wyraźne, np. pomiędzy *Alternaria* spp. a *Drechslera* spp. czy *Alternaria* spp. a *Ulocladium* spp., toteż niezbędne jest doświadczenie oraz precyzja przy identyfikowaniu poszczególnych rodzajów grzybów.

¹⁰ E. Caulton, M. Lacey et al., *Airborne Pollens and Spores: A guide to Trapping and Counting*, Harpenden 1995, s. 1-60.

FORMY PROGNOZOWANIA STĘŻENIA ZARODNIKÓW GRZYBÓW

Kalendarz zarodnikowy jest najprostszą formą prognozy i przedstawia stężenie alergennych zarodników grzybów w powietrzu w poszczególnych miesiącach. Może zostać skonstruowany już po upływie jednego roku badań. Zebranie danych przez dłuższy okres czasu, np. przez 10, 20 lat, umożliwi wyliczenie średnich stężeń koncentracji zarodników grzybów w powietrzu, a tym samym uniknięcie błędnych wniosków, jeśli dany rok był wyjątkowo ciepły bądź mokry. Kalendarz może być wykorzystany wyłącznie na potrzeby lokalne. Monitoring aeromikologiczny oraz konstrukcję kalendarza zarodnikowego zaleca się szczególnie w przypadku obszarów gęsto zaludnionych.

Bardziej zaawansowaną formą prognozy są modele matematyczne, które obligują badacza do prowadzenia obserwacji przez kilka lat. Do analizy danych stosuje się różnorodne metody statystyczne, jak np. analizę szeregów czasowych czy sztuczne drzewa neuronowe. Umożliwiają one nie tylko wykrycie zależności pomiędzy stężeniem zarodników grzybów w powietrzu a czynnikami meteorologicznymi, ale również po dodaniu samych wartości parametrów meteorologicznych do modelu pozwalają prognozować stężenia alergenów dla kilku najbliższych dni.

CHARAKTERYSTYKA BADAŃ PROWADZONYCH W WORCESTER

Kalendarze zarodnikowe wizualnie przedstawiają sezonowe wariacje stężeń zarodników grzybów w powietrzu oraz są uznawane za najprostszą formę prognozy. Dotychczas w Wielkiej Brytanii opracowano kalendarze zarodnikowe dla Cardiff¹¹, Derby¹² oraz Worcester¹³, a w Polsce dla Krakowa¹⁴ i Rzeszowa¹⁵. Kalendarz dla Worcester został przygotowany na podstawie danych zebranych w 2005 roku i wymaga dalszego opracowania. Projekt badawczy zatytułowany *Rozwój modeli prognostycznych do przewidywania stężeń alergennych zarodników grzybów (Alternaria spp., Cladosporium spp., Ganoderma spp. i Didymella spp.) dla Worcester w Wielkiej Brytanii* został oficjalnie rozpoczęty we wrześniu

¹¹ M. Richards, *Seasonal periodicity in atmospheric mould spore concentrations*, "Acta Allergologica" 1954, nr 7, s. 357-366; H.A. Hyde, *Atmospheric pollen and spores in relation to allergy*, "Clinical Allergy" 1972, nr 2, s. 153-179.

¹² *Spore calendar*. [Online]. Protokół dostępu: http://www.maara.org/index.php?page=spores_calendar, Derby [2 marca 2011]

¹³ I. Bustos Delgado, B. Adams-Groom et al., *A fungal spore calendar Worcester, West Midlands, UK*, [w:] *8th International Congress on Aerobiology*, Neuchâtel 2006, s. 210.

¹⁴ D. Stępańska, *Koncentracje zarodników wybranych taksonów grzybów w powietrzu na tle elementów pogodowych w Krakowie w latach 1997-1999*, Praca doktorska, Archiwum Instytutu Botaniki UJ, Kraków 2004, s. 1-145.

¹⁵ I. Kasprzyk, B. Rzepowska et al., *Fungal spores in the atmosphere of Rzeszów (South-East Poland)*, "Annals of Agricultural and Environmental Medicine" 2004, nr 11, s. 285-289.

2010 r. na Uniwersytecie w Worcester i cały czas trwa analiza preparatów mikroskopowych. Informacja dotycząca fluktuacji stężeń dobowych wspomnianych powyżej alergennych zarodników grzybów odgrywa kluczową rolę w przypadku osób cierpiących na astmę, które pragną uniknąć ekspozycji w ściśle określonych godzinach.

Alternaria spp. (Rys. 2.) i *Cladosporium* spp. (Rys. 3.) są uznawane za najbardziej alergenne rodzaje grzybów¹⁶, które łącznie mogą stanowić aż do 93% całkowitej liczby zarodników grzybów w powietrzu¹⁷. Zarodniki *Ganoderma* spp. (Rys. 4.) oraz *Didymella* spp. (Rys. 5.) są równie często monitorowane w niektórych miejscach z powodu wysokiej koncentracji w powietrzu oraz szkodliwych właściwości¹⁸. Wybrane grzyby wymagają odmiennych warunków pogodowych, podczas których uwalniane są zarodniki, stąd też mogą one zostać zaklasyfikowane jako „suche” (*Alternaria* spp. i *Cladosporium* spp.) oraz „mokre” (*Ganoderma* spp. i *Didymella* spp.). Pojęcia „suche zarodniki” oraz „mokre zarodniki” są umowne, chociaż powszechnie stosowane.

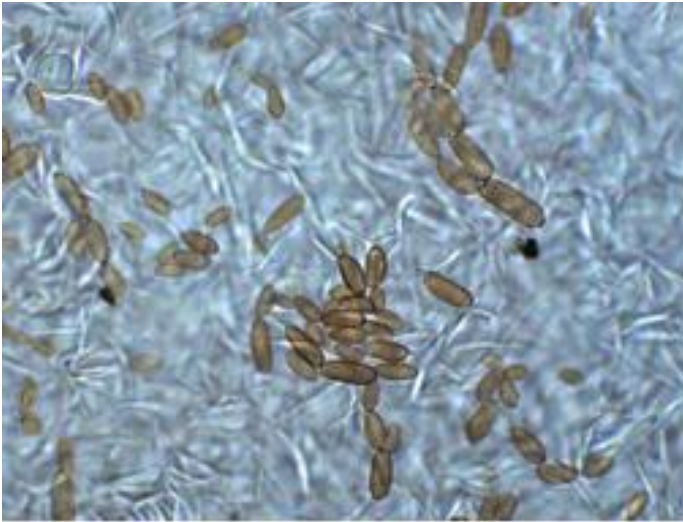


Rys. 2. Alergenne zarodniki grzybów *Alternaria* spp. (powiększenie 400x)
(Fot. M. Sadyś)

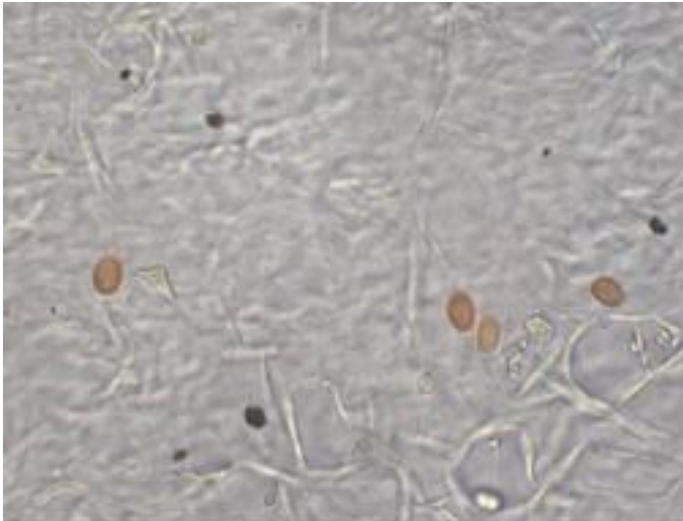
¹⁶ J. Lacey, *Fungi and Actinomycetes as Allergens*, [w:] *Allergy and Allergic Diseases*, ed. A.B. Kay, Oxford 1997, s. 858–886.

¹⁷ E. Ataygul, S. Celenk et al., *Allergenic fungal spore concentrations in the atmosphere of Bursa, Turkey*, “Journal of Biological & Environmental Sciences” 2007, nr 1 (2), s. 73-79.

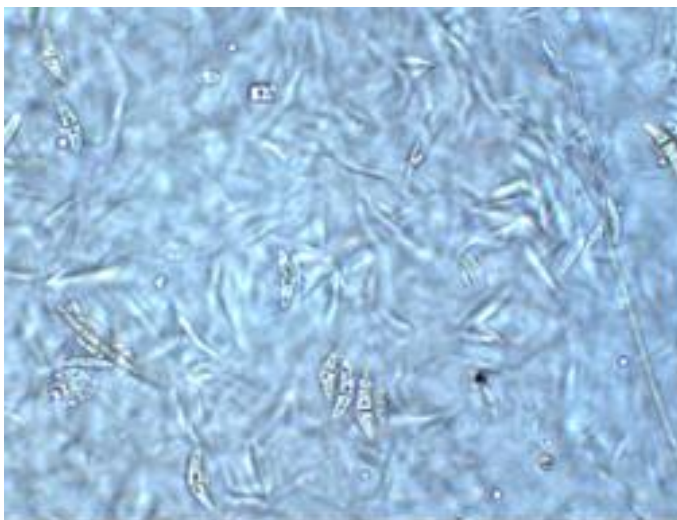
¹⁸ S.M. Tarlo, B. Bell et al., *Human sensitization to Ganoderma antigen*, “Journal of Allergy and Clinical Immunology” 1979, nr 64, s. 43-49; J.M. Corden and W.M. Millington, *Didymella ascospores in Derby*, “Grana” 1994, nr 33, s. 104-107.



Rys. 3. Alergenne zarodniki grzybów *Cladosporium* spp. (powiększenie 400x)
(Fot. M. Sadyś)



Rys. 4. Alergenne zarodniki grzybów *Ganoderma* spp. (powiększenie 400x)
(Fot. M. Sadyś)



Rys. 5. Alergenne zarodniki grzybów *Didymella* spp. (powiększenie 400x)
(Fot. M. Sadyś)

Informacja dotycząca fluktuacji stężeń dobowych wspomnianych powyżej alergennych zarodników grzybów pozwala zrozumieć, jakie czynniki mają wpływ na liczbę zarodników grzybów w powietrzu, i tym samym wesprzeć konstrukcję modeli prognostycznych. Jak dotąd tylko jedno badanie o takim charakterze zostało przeprowadzone w Wielkiej Brytanii, chociaż było ono ograniczone wyłącznie do *Alternaria* spp. i szczegółowa analiza wartości dobowych czynników meteorologicznych nie została uwzględniona¹⁹. Stąd też niezwykle istotne jest poszerzenie badań o inne rodzaje alergennych zarodników grzybów, jak również o szczegółową analizę czynników meteorologicznych, które wywierają wpływ na wysokość stężeń zarodników grzybów.

Pewna liczba matematycznych modeli prognostycznych została skonstruowana dla alergennych zarodników grzybów na świecie; cztery modele stworzono dla *Alternaria* spp.²⁰, trzy modele dla *Cladosporium* spp.²¹, jeden dla *Ga-*

¹⁹ Eaedem, *The long-term trends and seasonal variation of the aeroallergen Alternaria in Derby, UK*, "Aerobiologia" 2001, nr 17, s. 127-136.

²⁰ A. Damialis and D. Gioulekas, *Airborne allergenic fungal spores and meteorological factors in Greece: forecasting possibilities*, "Grana" 2006, nr 45, s. 122-129; A. Grinn-Gofroń, A. Strzelczak, *Artificial neural network models of relationships between Alternaria spores and meteorological factors in Szczecin (Poland)*, "International Journal of Biometeorology" 2008a, nr 52, s. 859-868; C. de Linares, J. Belmonte et al., *Dispersal patterns of Alternaria conidia in Spain*, "Agricultural and Forest Meteorology" 2004, nr 150, s. 1491-1500; O. Escuredo, M.C. Seijo et al., *Effects of meteorological factors on the levels of Alternaria spores on a potato crop*, "International Journal of Biometeorology" 2011, nr 55, s. 243-252.

noderma spp.²², a dla *Didymella* spp. jak dotąd nie sporządzono żadnego modelu. Większość badań nad stężeniem zarodników grzybów zawężona jest do analizy danych z jednego punktu pomiarowego, rzadziej oparte są one na porównaniu stężeń zarodników grzybów z kilku miejsc pomiarowych, lecz usytuowanych w obrębie tego samego regionu²³. Do dnia dzisiejszego miały miejsce tylko dwa badania, w których porównano koncentracje zarodników *Alternaria* spp. i *Didymella* spp. na szczeblu międzynarodowym²⁴. Zgodnie z wiedzą autorów przeprowadzone zostało tylko jedno badanie, gdzie stężenie zarodników grzybów zestawiono ze stężeniem alergenów grzybów w powietrzu²⁵. Jednakże stężenie zarodników grzybów zmierzono za pomocą metody hodowli na podłożach, która nie wykazuje właściwego poziomu zanieczyszczenia powietrza, ponieważ nie wszystkie rodzaje grzybów są zdolne rozwinąć się na wybranych pożywkach. Ponadto nie tylko żywe zarodniki zawierają szkodliwe dla ludzi alergeny.

CELE PRACY

Głównym celem pracy jest rozwój modeli prognostycznych do przewidywania stężeń alergennych zarodników grzybów (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Ganoderma* spp. i *Didymella* spp.) dla Worcester w Wielkiej Brytanii, który jest możliwy do osiągnięcia dzięki danym o stężeniach alergennych zarodników grzybów pochodzącym z kilku miejsc pomiarowych w Anglii i Polsce oraz dzięki realizacji następujących pomniejszych celów:

²¹ A. Damialis and D. Gioulekas, op. cit., s. 122-129; E. Stephen, A.E. Raftery et al., *Forecasting spore concentrations: a time series approach*, "International Journal of Biometeorology" 1990, nr 34, s. 87-89; A. Grinn-Gofroń, A. Strzelczak, *Artificial neural network models of relationships between Cladosporium spores and meteorological factors in Szczecin (Poland)*, "Grana" 2008b, nr 47, s. 305-315.

²² Eadem, *The effects of meteorological factors on the occurrence of Ganoderma sp. spores in the air*, "International Journal of Biometeorology" 2011, nr 55, s. 235-241.

²³ T. Mitakakis, E.K. Ong et al., *Incidence of Cladosporium, Alternaria and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years*, "Aerobiologia" 1997, nr 13, s. 83-90; F. Infante, F. Alba et al., *A comparative study of the incidence of Alternaria conidia in the atmosphere of five Spanish cities*, "Polen" 1999, nr 10, s. 5-13.

²⁴ J.M. Corden, D. Stępańska et al., *Seasonal variation in Alternaria spore concentrations in three European cities, Derby, UK, Cracow and Poznan in Poland (1995-2002)*, [w:] 3rd Symposium on Aerobiology, Worcester 2003, s. 19; J.M. Corden and D. Stępańska, *Alternaria and Didymella spore concentrations in Derby UK and Cracow Poland – can these fungal spores concentration have a role in thunderstorm asthma*, [w:] 8th International Congress on Aerobiology, Neuchâtel 2006, s. 102.

²⁵ B. Flückiger, T. Koller et al., *Comparison of airborne spore concentrations and fungal allergen content*, "Aerobiologia" 2000, nr 16, s. 393-396.

1. analiza dobowych, dziennych oraz sezonowych wariacji stężeń alergenowych zarodników grzybów w odniesieniu do czynników meteorologicznych; uzyskane informacje stanowiąc będą podstawę konstrukcji modeli prognostycznych;
2. aktualizacja kalendarza zarodnikowego dla Worcester, który został zapoczątkowany w 2005 r.²⁶;
3. porównanie wyników stężeń alergenowych zarodników grzybów oraz czynników meteorologicznych otrzymanych z Krakowa, Poznania i Szczecina celem przeprowadzenia analizy wariacji przestrzennych w koncentracji zarodników grzybów;
4. konstrukcja modeli prognostycznych z wyprzedzeniem do pięciu dni dla każdego z analizowanych taksonów (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Ganoderma* spp. i *Didymella* spp.). Jeśli podobieństwa w dystrybucji stężeń zarodników grzybów zostaną odnalezione, podjęta będzie próba konstrukcji modeli dla grup taksonów (tj. „suchych” oraz „mokrych” zarodników grzybów);
5. analiza związku zależności pomiędzy stężeniem zarodników *Alternaria* spp. oraz *Cladosporium* spp. w powietrzu a stężeniem alergenów grzybowych w powietrzu celem ustalenia, czy koncentracja alergenów odpowiada liczbie zarodników w powietrzu.

CHARAKTERYSTYKA STOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH

Uniwersytet w Worcester był jednym z miejsc monitoringowych w ramach europejskiego projektu badawczego HIALINE, którego głównym zadaniem był pomiar trzech najważniejszych alergenów roślinnych (Bet v 1, Phl p 5 oraz Ole e 1). Filtry zawierające alergeny zostały zebrane w latach 2009-2011 (od marca do sierpnia). Metodyka badań zobowiązywała uczestników projektu do przechowywania kilku kopii zapasowych każdej próbki. Instytut jest w posiadaniu przeciwciał dla dwóch taksonów: *Alternaria* spp. oraz *Cladosporium* spp., stąd istnieje możliwość poddania zapasowych próbek dodatkowej analizie. „Kanapkowy” typ ELISA (*Enzyme-linked Immunosorbent Assay*) zostanie zastosowany zgodnie z zaleceniami ustalonymi dla projektu HIALINE, chociaż metoda wymagać będzie odpowiedniej walidacji.

Monitoring alergenowych zarodników grzybów prowadzony jest jednocześnie w Worcester (od 2005 r.), Krakowie (od 1991 r.), Poznaniu (od 2000 r.) oraz Szczecinie (od 2004 r.) przy użyciu pułapki Hirsta przymocowanej do dachu budynków uniwersyteckich. Wszystkie ośrodki naukowe prowadzą równocześnie pomiar czynników meteorologicznych. Preparaty mikroskopowe ze wszystkich miejsc pomiarowych są już zebrane i stężenia zarodników grzybów są zna-

²⁶ I. Bustos Delgado, B. Adams-Groom et al., op. cit., s. 210.

ne, z wyjątkiem Worcester, gdzie dostępne są wyłącznie dane z 2005 r. Pozostałe preparaty mikroskopowe z lat 2006-2010 wymagają przeliczenia przy użyciu mikroskopu świetlnego. Na potrzeby niniejszych badań stosuje się powiększenie 10x40. Zarodniki 21 rodzajów grzybów liczy się wzdłuż jednego centralnego pasa, osobno dla każdej godziny²⁷. Zależności pomiędzy stężeniem zarodników grzybów a czynnikami meteorologicznymi zostaną przeanalizowane za pomocą takich technik, jak korelacje czy analizy składowych głównych. Wyniki stanowiąc będą podstawę teoretyczną, na bazie której zostaną opracowane modele prognostyczne. Modele prognostyczne zostaną skonstruowane przy użyciu różnorodnych metod: analizy regresyjnej²⁸, analizy szeregów czasowych (np. model autoregresyjny ze średnią krocząca oraz model autoregresyjny scałkowany ze średnią ruchomą krocząca)²⁹, techniki inteligencji obliczeniowej, jak na przykład sztuczne sieci neuronowe³⁰. Zastaną również przetestowane inne metody, które czasami są wykorzystywane w rolnictwie, tj. modele sporulacji³¹, model dni korzystnych (P-Days), model kumulacyjny niekorzystnych dni (DD), model wilgotności względnej wraz z przerwanyimi okresami opadów (IWP)³². Otrzymane wyniki zostaną poddane ocenie, tzn. modele, które wykazą się najwyższą sprawdzalnością, zostaną wykorzystane do prognozowania stężeń alergicznych zarodników grzybów w przyszłości przez National Pollen and Aerobiology Research Unit w Worcester.

PODSUMOWANIE

Jak dotąd żaden model matematyczny nie został sporządzony do prognozowania stężeń alergicznych zarodników *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Ganoderma* spp. i *Didymella* spp. w Wielkiej Brytanii. Niniejszy projekt podejmuje próbę rozwinięcia tego typu modeli celem uzupełnienia luki w badaniach

²⁷ D. Stępańska, J. Wołek, *The estimation of fungal spore concentrations using two counting methods*, "Acta Agrobotanica" 2009, nr 62, s. 117-123.

²⁸ M. Hjelmroos, *Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables*, "Grana" 1993, nr 32, s. 40-47.

²⁹ O. Escuredo, M.C. Seijo et al., op. cit., s. 243-252; E. Stephen, A.E. Raftery, op. cit., s. 122-129; F.J. Rodríguez-Rajo, V. Jato et al., *The use of aerobiological methods for forecasting Botrytis spore concentrations in a vineyard*, "Grana" 2010, nr 49, s. 56-65.

³⁰ A. Grinn-Gofroń, A. Strzelczak, *Hourly predictive artificial neural network and multivariate regression tree models of Alternaria and Cladosporium spore concentrations in Szczecin*, "International Journal of Biometeorology" 2009, nr 53, s. 555-562.

³¹ T. Gilles, K. Phelps et al., *Development of MILIONCAST, an improved model for predicting downy mildew sporulation on onions*, "Plant disease" 2004, nr 88, s. 695-702; J.P. Clarkson, R. Kennedy et al., *The effect of temperature and water potential on the production of conidia by sclerotia of Botrytis squamosa*, "Plant Pathology" 2000, nr 49, s. 119-128.

³² I. Iglesias, F.J. Rodríguez-Rajo et al., *Evaluation of the different Alternaria prediction models on a potato crop in A Limia (NW of Spain)*, "Aerobiologia" 2007, nr 23, s. 27-34.

aeromikologicznych. Dzięki uprzejmości członków Polskiej Sekcji Aerobiologicznej European Aeroallergen Network podpisano umowy pomiędzy ośrodkiem w Worcester a Uniwersytetem Jagiellońskim, Uniwersytetem im. A. Mickiewicza oraz Uniwersytetem Szczecińskim. Nawiązana współpraca umożliwi również opracowanie międzynarodowych modeli prognostycznych dla wspomnianych taksonów grzybów, dzięki czemu powinny one cechować się wyższą stabilnością ze względu na zwiększoną liczbę rekordów oraz różnice klimatyczno-geograficzne stacji monitoringowych, co być może pozwoli na ich zastosowanie w obu krajach. Projekt przewiduje dodatkowo porównanie stężeń zarodników grzybów w powietrzu zmierzonych za pomocą metody wolumetrycznej z alergenami pochodzącymi z tychże zarodników, co jak dotąd nie zostało jeszcze zbadane w Wielkiej Brytanii.

Wspomniane cele decydują o nowatorskim charakterze projektu i wedle zamierzenia mają poszerzyć wiedzę z dziedziny aeromikologii, co będzie stanowić istotny wkład w monitoring europejski.

ABSTRACT

The aim of this article is to inform about aerobiological research which has been commenced in co-operation between the University of Worcester, Jagiellonian University, Adam Mickiewicz University and the University of Szczecin. Occurrence of four allergenic fungal spores in the air will be studied, i.e. *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Ganoderma* spp. and *Didymella* spp. in relation to meteorological factors. Diurnal, daily and spatial variations of the fungal spore concentration will be compared between spore monitoring sites to produce forecast models for selected fungi. Forecasts play an important role in the timing of prophylactic medication and in maintaining compliance in treatments. They also help allergic people to plan their activities in order to avoid exposure to high atmospheric concentrations of fungal spores.

BIBLIOGRAFIA

1. Agashe S.N., Caulton E., *Pollen and spores. Applications with special emphasis on aerobiology and allergy*, Enfield 2009.
2. Ataygul E., Celenk S., Canitez Y., Bicakci A., Malyer H., Sapan N., *Allergenic fungal spore concentrations in the atmosphere of Bursa, Turkey*, "Journal of Biological & Environmental Sciences" 2007, nr 1 (2).
3. Bousquet J., van Cauwenberge P., Khaltayev N., Aria Workshop Group and World Health Organisation, *Allergic rhinitis and its impact on asthma*, "Journal of Allergy and Clinical Immunology" 2001, nr 108.
4. Bustos Delgado I., Adams-Groom B., Emberlin J., *A fungal spore calendar Worcester, West Midlands, UK*, [w:] *8th International Congress on Aerobiology*, Neuchâtel 2006.
5. Caulton E., Lacey M., Allitt U., Crosby R., Emberlin J., Hirst J., *Airborne Pollens and Spores: A guide to Trapping and Counting*, Harpenden 1995.

6. Clarkson J.P., Kennedy R., Phelps K., *The effect of temperature and water potential on the production of conidia by sclerotia of Botrytis squamosa*, "Plant Pathology" 2000, nr 49.
7. Corden J.M., Millington W.M., *Didymella ascospores in Derby*, "Grana" 1994, nr 33.
8. Corden J.M., Millington W.M., *The long-term trends and seasonal variation of the aero-allergen Alternaria in Derby, UK*, "Aerobiologia" 2001, nr 17.
9. Corden J.M., Stepalska D., *Alternaria and Didymella spore concentrations in Derby UK and Cracow Poland – can these fungal spores concentration have a role in thunderstorm asthma*, [w:] 8th International Congress on Aerobiology, Neuchâtel 2006.
10. Corden J.M., Stepalska D., Stach A., Millington W.M., Jackson F.A., Myszkowska D., Józefiak M., *Seasonal variation in Alternaria spore concentrations in three European cities, Derby, UK, Cracow and Poznan in Poland (1995-2002)*, [w:] 3rd Symposium on Aerobiology, Worcester 2003.
11. Damialis A., Gioulekas D., *Airborne allergenic fungal spores and meteorological factors in Greece: forecasting possibilities*, "Grana" 2006, nr 45.
12. de Linares C., Belmonte J., Canela M., de la Guardia C.D., Alba-Sanchez F., Sabariego S., Alonso-Pérez S., *Dispersal patterns of Alternaria conidia in Spain*, "Agricultural and Forest Meteorology" 2004, nr 150.
13. Escuredo O., Seijo M.C., Fernández-González M., Iglesias I., *Effects of meteorological factors on the levels of Alternaria spores on a potato crop*, "International Journal of Biometeorology" 2011, nr 55.
14. Flückiger B., Koller T. et al., *Comparison of airborne spore concentrations and fungal allergen content*, "Aerobiologia" 2000, nr 16.
15. Gilles T., Phelps K., Clarkson J.P., Kennedy R., *Development of MILIONCAST, an improved model for predicting downy mildew sporulation on onions*, "Plant disease" 2004, nr 88, s. 695-702.
16. Gregory P.H., *The microbiology of the atmosphere*, London 1961.
17. Grinn-Gofroń A., Strzelczak A., *Artificial neural network models of relationships between Alternaria spores and meteorological factors in Szczecin (Poland)*, "International Journal of Biometeorology" 2008a, nr 52.
18. Grinn-Gofroń A., Strzelczak A., *Artificial neural network models of relationships between Cladosporium spores and meteorological factors in Szczecin (Poland)*, "Grana" 2008b, nr 47.
19. Grinn-Gofroń A., Strzelczak A., *Hourly predictive artificial neural network and multivariate regression tree models of Alternaria and Cladosporium spore concentrations in Szczecin*, "International Journal of Biometeorology" 2009, nr 53.
20. Grinn-Gofroń A., Strzelczak A., *The effects of meteorological factors on the occurrence of Ganoderma sp. spores in the air*, "International Journal of Biometeorology" 2011, nr 55.
21. Hirst J.M., *An automatic volumetric spore trap*, "Annals of Applied Biology" 1952, nr 39.
22. Hjelmroos M., *Relationship between airborne fungal spore presence and weather variables*, "Grana" 1993, nr 32.
23. Horner W.E., Helbling A., Salvaggio J.E., Lehrer S.B., *Fungal allergens*, "Clinical Microbiology Reviews" 1995, nr 8, s. 161-179.
24. Hyde H.A., *Atmospheric pollen and spores in relation to allergy*, "Clinical Allergy" 1972, nr 2.
25. Infante F., Alba F., Caño M., Castro A., Dominguez E., Méndez J., Vega A., *A comparative study of the incidence of Alternaria conidia in the atmosphere of five Spanish cities*, "Polen" 1999, nr 10.
26. Kasprzyk I., Rzepowska B., Wasylów M., *Fungal spores in the atmosphere of Rzeszów (South-East Poland)*, "Annals of Agricultural and Environmental Medicine" 2004, nr 11.
27. Kurup V.P., Shen H.-D., Banerjee B., *Respiratory fungal allergy*, "Microbes and Infection" 2000, nr 2.

28. Lacey J., *Fungi and Actinomycetes as Allergens*, [w:] *Allergy and Allergic Diseases*, ed. A.B. Kay, Oxford 1997.
29. Lacey J., *Whither Aerobiology?*, [w:] *Recent trends in aerobiology, allergy and immunology*, ed. S.N. Agashe, Oxford 1994.
30. Mitakakis T., Ong E.K., Stevens A., Guest D., Knox R.B., *Incidence of Cladosporium, Alternaria and total fungal spores in the atmosphere of Melbourne (Australia) over three years*, "Aerobiologia" 1997, nr 13.
31. Richards M., *Seasonal periodicity in atmospheric mould spore concentrations*, "Acta Allergologica" 1954, nr 7.
32. Rodríguez-Rajo F.J., Jato V., Fernández-González M., Aira M.J., *The use of aerobiological methods for forecasting Botrytis spore concentrations in a vineyard*, "Grana" 2010, nr 49.
33. Simon-Nobbe B., Denk U., Pöll V., Rid R., Breitenbach M., *The spectrum of fungal allergy*, "International Archives of Allergy and Immunobiology" 2008, nr 145.
34. *Spore calendar*. [Online]. Protokół dostępu: http://www.maara.org/index.php?page=spores_calendar, Derby [2 marca 2011].
35. Stępalska D., *Koncentracje zarodników wybranych taksonów grzybów w powietrzu na tle elementów pogodowych w Krakowie w latach 1997-1999*, Praca doktorska, Archiwum Instytutu Botaniki UJ, Kraków 2004.
36. Stępalska D., Wołek J., *The estimation of fungal spore concentrations using two counting methods*, "Acta Agrobotanica" 2009, nr 62.
37. Stephen E., Raftery A.E. et al., *Forecasting spore concentrations: a time series approach*, "International Journal of Biometeorology" 1990, nr 34.
38. Tarlo S.M., Bell B., Srinivasan J., Dolovich J., Hargreave F.E., *Human sensitization to *Ganoderma antigen**, "Journal of Allergy and Clinical Immunology" 1979, nr 64.

Magdalena Sadyś, e-mail: m.sadys@worc.ac.uk