

Stężenia zarodników grzybów wywołujących alergię podczas burzy

Concentrations of allergenic fungal spores during thunderstorms

dr Agnieszka Grinn-Gofroń

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii Uniwersytetu Szczecińskiego

Abstract: The results of the analysis of the number of days with thunderstorms in 56 stations all over Poland in the period of 19 years, showed that on average there are 24 days during a year with a thunderstorm. Most of the thunderstorms occur in Poland in a warm part of the year (mainly summer) and the number of days with thunderstorms increases from the northwest towards the southeast. Depending on the meteorological conditions the different types of storms are created. The inter-massive storms are typical for the summer period and appear inside a homogeneous air mass. Typical inter-massive storms often occur locally during hot weather in summer, generally in the afternoon. Asthma admissions have been reported to increase during thunderstorms. In some cases, this has been attributed to rises in pollen or fungal spore (particularly *Alternaria* and *Cladosporium*) counts. A combination of sensitivity to grass pollen and fungi along with exposure to high levels of these allergens may account for the epidemics of acute asthma occurring during or in proximity to thunderstorms.

Słowa kluczowe: aeroalergeny, zarodniki, grzyby, burze, ozon

Key words: aeroallergens, spores, mould, thunderstorms, ozone

Nasilone objawy uczuleń na alergeny grzybów notowane są najczęściej w okresie letnim i wczesnojesiennym. Zarodniki większości rodzajów wywołujących objawy chorobowe w największych koncentracjach występują w suche i gorące dni. Deszcz i duża wilgotność powietrza są przeważnie czynnikami obniżającymi stężenie spor w powietrzu atmosferycznym. Dlatego przeważnie sądzi się, że podczas burzy, zwłaszcza letniej, powietrze jest wolne od wszelkich zanieczyszczeń. Jest to zgodne z prawdą pod warunkiem, że zjawisku burzy towarzyszą bardzo silne, długie opady deszczu. Okres letni charakteryzuje się jednak częstym występowaniem tak zwanych burz wewnątrzmasowych. Burze te pojawiają się wewnątrz jednorodnej masy powietrza. Do typowych burz wewnątrzmasowych należą na przykład burze, które często pojawiają się latem podczas upalnej pogody,

z reguły w godzinach popołudniowych. Mają wybitnie lokalny charakter i są rezultatem wytworzonej w atmosferze chwiejnej równowagi wskutek silnego rozwoju konwekcji. Są krótkotrwałe, towarzyszą im liczne i gwałtowne wyładowania elektryczne.

Bielec-Bąkowska [5] przeprowadziła analizę częstotliwości występowania tego zjawiska w Polsce w okresie 49 lat (1949–1998). Wykazała ona średnio 24 dni z burzami w roku. Liczba ta zależy od regionu i oscyluje między 15 dniami na północnym zachodzie a 33 dniami na południowym wschodzie. Na wybrzeżu liczba burz jest dwukrotnie mniejsza niż w górach.

Przed burzą i podczas burzy dochodzi do nagłych zmian wartości niektórych parametrów meteorologicznych. Należą do nich m.in.: wilgotność powietrza (wzrost), temperatura powietrza (spadek) i ozon (wzrost). Dwa pierwsze parametry mają wpływ

na stężenie zarodników w powietrzu, a ozon wpływa na ich właściwości alergogenne. Wyniki badań dotyczące stężenia ozonu w powietrzu podczas burz wyraźnie wskazują, że największe stężenia były notowane podczas letnich burz i istnieje pozytywny związek między przypadkami astmy a wzrostem stężenia ozonu w tym okresie. Poziom wrażliwości na alergeny zarodników został dodatkowo podniesiony przez duże stężenie tego pierwiastka, co było pozytywnie skorelowane z wysoką temperaturą [3].

Dotychczas powstało niewiele prac, które w kompleksowy sposób wyjaśniłyby związek między nasilonymi objawami astmy a zmianami opisanych wyżej parametrów środowiskowych i biologicznych. Zwiększoną liczbę przypadków astmy powiązanej z występowaniem letnich burz odnotowano w Wielkiej Brytanii (Birmingham 1983; Nottingham 1984; Londyn 1989) [1, 16, 18] i w Australii (Melbourne 1984, 1987; WaggaWagga 1997) [4, 7, 14]. Początkowo wszystkie przypadki wiązano z sezonem pylenia traw i właśnie tym alergenom przypisano winę za zwiększoną liczbę uczuleń. Wyniki badań przeprowadzonych w Kanadzie [6] zasugerowały, że istnieje silny związek między występowaniem nagłych przypadków astmy a burzami, który nie może być wyjaśniony wzrostem stężenia ziaren pyłku traw w powietrzu. Dales i wsp. [6] sugerują istnienie mechanizmów związanych ze wzrostem stężenia zarodników grzybów. Zaobserwowali oni, że liczba zarodników *Alternaria* i *Cladosporium* zwiększa się dwukrotnie w dniach, w których występują burze. Odnoszą się pozytywnie także do teorii Packego i Ayersa [16], że silne, niespokojne wiatry mogą wpływać na uwalnianie zarodników lub wydmuchiwać zarodniki już uwolnione i „zawieszać” je w powietrzu, co z kolei ułatwia ich wdychanie. Allit [2] uważa, że wyjaśnienie mechanizmów uwalniania zarodników po rozpoczęciu burzy leży w cyklu życiowym i ekologii wybranych gatunków grzybów. Kiełkowanie może dodatkowo wzmocnić uwalnianie alergenu z zarodników [15]. Według tych autorów wiarygodne wydaje się stwierdzenie, że burze lub związane z nimi warunki meteorologiczne mogłyby wpływać stymulująco na kiełkowanie, co z kolei może wyjaśnić obserwowany niekorzystny wpływ burzy na zwiększenie wrażliwości na alergeny grzybów (głównie *Alternaria*), zwłaszcza podczas wysokich stężeń zarodników w powietrzu. Dlatego odpowiednie warunki meteorologiczne, sprzyjające kiełkowaniu zarodników, mogą zwiększyć niekorzystny efekt występujący po ekspozycji na ich wysokie stężenia. Marks i Bush [13] wyodrębnili cztery niezbędne warunki, które powinny być spełnione, żeby wystąpiły

objawy astmy związanej ze zjawiskiem burzy. Pierwszy z nich zakłada wystąpienie w powietrzu dużych ilości potencjalnie alergogenicznego materiału biologicznego, zwłaszcza pyłku traw i zarodników grzybów. Drugi warunek mówi o roli wiatru, unoszącego przed burzą i w jej trakcie cząstki materiału biologicznego, które koncentrują się blisko gruntu. Trzeci opisuje rolę wody w pękaniu ziaren pyłku i uwalnianiu granuliek skrobi lub inicjowaniu kiełkowania zarodników, a czwarty – ekspozycję osób wrażliwych na powyższe alergeny, wdychających ogromne ilości cząstek alergicznych. W efekcie osoby wrażliwe otrzymują wziewnie duże dawki alergenów i występują u nich ostre objawy astmy.

Hirst [9] opisał przejściowy wzrost liczby zarodników *Cladosporium* krótko po rozpoczęciu opadów, a w 1963 roku razem ze Stedmanem [10] udowodnili eksperymentalnie, że spadające krople deszczu mogą uwalniać zarodniki na dwa sposoby: podczas tak zwanego „szoku mechanicznego” w procesie, który został nazwany „tap”, i innym, który nazwali „puff”. Drugi proces jest wywoływany przez szybkie prądy powietrza występujące, kiedy krople wody są rozproszone. Leach [11] opisał inną teorię, tzw. elektrostatyczną teorię uwalniania spor. Zakłada ona, że zarówno zarodnik, jak i konidium są naładowane podobnymi ładunkami elektrycznymi, które podczas uwalniania się zarodnika zaczynają się odpychać. Zarodnik zostaje „odepchnięty” i dostaje się do atmosfery. Ten proces może być wywoływany zarówno przez wibracje spowodowane przez krople deszczu, jak i przez zmiany wilgotności względnej powietrza oraz jakości światła. Zmiany wartości tych parametrów notowane są na początku burzy i są wywoływane przez pole elektryczne.

Allit [2] badała zmiany stężenia i morfologii zarodników *Cladosporium* podczas letniej burzy w Cambridge w 1994 roku. Obserwacje były prowadzone w 15-minutowych interwałach przed burzą, podczas i po burzy. Około dwóch godzin przed burzą zarodniki były dojrzałe, złociste, o nierównej powierzchni, a ich rozmiary wynosiły $8,5\text{--}14,0 \times 3,0\text{--}5,5 \mu\text{m}$. Podczas burzy większość zarodników miała zdecydowanie mniejsze rozmiary, były one jasne lub bezbarwne, przeważnie gładkie i niedojrzałe. Na podstawie powyższych obserwacji, Allit sugeruje wystąpienie trzech potencjalnych faz wzrostu i spadku liczby zarodników *Cladosporium* w powietrzu. Pierwsza to faza, w której uwalniane były zarodniki dojrzałe za pomocą pierwszych kropli deszczu. W drugiej – uwalniane podczas bardzo „lekkich” opadów zarodniki były niedojrzałe, w trzeciej – silne opady deszczu szybko usuwały zarodniki z atmosfery i ich stężenie gwałtownie malało.

Po zakończeniu burzy stężenie zarodników bardzo szybko powróciło do wartości sprzed burzy.

Rodzaje *Alternaria* i *Cladosporium* są szeroko rozpowszechnione i podobnie jak *Didymella* rosną na trawach. Pulimood i wsp. [17] na podstawie wyników badań sugerują, że nasilonie objawy astmy związane z wystąpieniem burzy były notowane, kiedy stężenie pyłku traw się obniżało. Jednocześnie poziom koncentracji zarodników w powietrzu gwałtownie wzrósł i osiągnął szczytowe wartości. Autorzy objawy astmy wiążą głównie z fragmentami zarodników rodzaju *Alternaria* i uważają, że wrażliwość na tego rodzaju alergen jest przekonującym czynnikiem wpływającym na objawy astmy u osób z sezonowymi symptomami, zwłaszcza podczas burzy. Warunki pogodowe rejestrowane w tym czasie były idealne do rozwoju zarówno rodzaju *Alternaria*, jak i *Cladosporium*, których stężenia spor osiągały wartości progowe. Autorzy zwrócili także uwagę na rodzaj *Didymella*, który również mógł być częściowo odpowiedzialny za objawy uczuleń. Niestety nie można było przeprowadzić badań klinicznych ze względu na brak standaryzowanego ekstraktu do przeprowadzenia testów skórnych. Girgis i wsp. [8] wykazali, że 61% pacjentów z objawami astmy zgłoszonymi podczas burzy jest wrażliwych na alergen *Cladosporium*. Lewis i wsp. [12] statystycznie potwierdzili raptowny wzrost stężenia zarodników *Cladosporium* i *Didymella* podczas burzy i jednocześnie obniżenie koncentracji pyłku traw. Interesującym wnioskiem było także stwierdzenie przez autorów prawdopodobieństwa wystąpienia uczulenia krzyżowego między zarodnikami rodzaju *Alternaria* i *Cladosporium*.

Opisy zwiększonej liczby przypadków osób z nasilonymi objawami astmy podczas burzy stały się w ostatnich latach częste, można nawet stwierdzić, że alarmujące [13]. Zrozumienie tego fenomenu nie powinno być wykorzystywane tylko w celu wzbogacenia wiedzy na temat zachowania się cząstek biologicznych w warunkach burzy i roli alergenów, lecz także w prognozowaniu prawdopodobieństwa wystąpienia tego typu zachorowań i opracowaniu procedur wczesnego ostrzegania i zapobiegania objawom astmy. W regionach, gdzie gwałtowne burze występują relatywnie często, niezbędna jest identyfikacja specyficznych czynników poprzedzających to zjawisko, a podczas burzy powiadomienie lekarzy alergologów oraz ośrodków medycznych o możliwości wystąpienia zwiększonej liczby przypadków z zaostrzonymi objawami astmy. Dodatkowo, niezbędne są badania, które pomogą zapobiec wystąpieniu objawów u poszczególnych osób.

Piśmiennictwo:

1. Alderman P.M., Sloan J.P., Basran G.S.: *Asthma and thunderstorms*. Arch. Emerg. Med. 1986, 3: 260-262.
2. Allit U.: *Airborne fungal spores and the thunderstorm of 24 June 1994*. Aerobiologia 2000, 16: 397-406.
3. Anderson W., Prescott G.J., Packham S., Mullins J., Brookes M., Seaton A.: *Asthma admission and thunderstorms: a study of pollen, fungal spores, rainfall, and ozone*. Q. J. Med. 2001, 94: 429-433.
4. Bellomo R., Gigliotti P., Treloar A., Holmes P., Suphioglu C., Singh M.B. et al.: *Two consecutive thunderstorm associated epidemic of asthma in the city of Melbourne. The possible role of rye grass pollen*. Med. J. Aust. 1992, 156: 834-837.
5. Bielec-Bąkowska Z.: *Long-term variability of thunderstorm occurrence in Poland in the 20th century*. Atmospheric Research 2003, 67-68: 35-52.
6. Dales R.E., Cakmak S., Judek S., Dann T., Coates F., Brook J.R., Burnett R.T.: *The role of fungal spores in thunderstorm asthma*. Chest 2003, 123: 745-750.
7. Egan P.: *Weather or not*. Med. J. Aust. 1985, 142: 330.
8. Girgis S.T., Marks G.B., Downs S.H., Kolbe A., Car G.N., Paton R.: *Thunderstorm-associated asthma in an inland town in south-eastern Australia. Who is at risk?* Eur. Respir. J. 2000, 16: 3-8.
9. Hirst J.M.: *Changes in atmospheric spore content: Diurnal periodicity and the effects of weather*. Trans. Br. Mycol. Soc. 1953, 36: 375-393.
10. Hirst J.M., Stedman O.J.: *Dry liberation of fungus spores by raindrops*. J. Gen. Microbiol. 1963, 33: 335-344.
11. Leach C.M.: *An electrostatic theory to explain violent spore liberation by Drechslera turcica and other fungi*. Mycologia 1976, 68: 63-86.
12. Lewis S.A., Corden J.M., Forster G.E., Newlands M.: *Combined effects of aerobiological pollutants, chemical pollutants and meteorological conditions on asthma admissions and A&E attendances in Derbyshire UK, 1993-96*. Clin. Exp. Allergy 2000, 30: 1724-1732.
13. Marks G.B., Bush R.K.: *It's blowing in the wind: new insights into thunderstorm-related asthma*. J. Allergy Clin. Immunol. 2007, 120: 530-532.
14. Marks G.B., Colquhoun J.R., Girgis S.T., Koski M.H., Treloar A.B., Hansen P.: *Thunderstorm outflows precedings epidemics of asthma during spring and summer*. Thorax 2001, 56: 468-471.
15. Mitakakis T.Z., Barnes C., Tovey E.R.: *Spore germination increases allergen release from Alternaria*. J. Allergy Clin. Immunol. 2001, 107: 388-390.
16. Packe G.E., Ayers J.G.: *Aeroallergen skin sensitivity in patients with severe asthma during a thunderstorm*. Lancet 1986, 1: 850-851.
17. Pulimood T.B., Corden J.M., Bryden C., Sharples L., Nesser S.M.: *Epidemic asthma and the role fungal mold, Alternaria*

naria alternata. J. Allergy Clin. Immunol. 2007, 120: 610-617.

18. *Venables K.M., Allit U., Collier C.G., Emberlin J., Greig J.B., Hardaker P.J.: Thunderstorm-related asthma-the epidemic of 24/25 June 1994. Clin. Exp. Allergy 1997, 27: 725-736.*

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