

Wpływ warunków meteorologicznych na procesy uwalniania zarodników

The effects of meteorological variables on release processes of spores

dr Agnieszka Grinn-Gofroń

Katedra Taksonomii Roślin i Fitogeografii Uniwersytetu Szczecińskiego

Streszczenie: W całym królestwie grzybów znamy wiele różnych mechanizmów powodujących uwalnianie zarodników do atmosfery. U większości grzybów niedoskonałych zarodniki konidialne wytwarzane są na końcach konidioforów i uwalniane podczas mechanicznego naruszenia całej struktury konidialnej. Podobne mechanizmy zaobserwowano także w przypadku uwalniania zarodników u workowców i podstawczaków. Na te procesy duży wpływ mają warunki meteorologiczne.

Abstract: There are many different mechanisms causing the release of spores into the atmosphere in the kingdom of fungi. In the most *Deuteromycetes* the conidial spores are produced on the ends of conidifore and release during mechanical infraction whole conidial structure. Similar mechanisms were also observed for the release of spores of Ascomycetes and Basidiomycetes. These processes are also influenced by meteorological conditions.

Słowa kluczowe: aeroalergeny, zarodniki, grzyby, procesy uwalniania, czynniki meteorologiczne

Key words: aeroallergens, spores, mould, release processes, meteorological variables

W całym królestwie grzybów znamy wiele różnych mechanizmów powodujących uwalnianie zarodników do atmosfery [5]. U większości grzybów niedoskonałych (*Deuteromycetes*, *Fungi Imperfecti*) zarodniki konidialne wytwarzane są na końcach konidioforów i uwalniane podczas mechanicznego naruszenia całej struktury konidialnej. Podobne mechanizmy zaobserwowano także w przypadku uwalniania zarodników u workowców i podstawczaków.

Takie bezwładne uwalnianie materiału z powierzchni zależy od równowagi dwóch grup sił: wiążących i elektrostatycznych. Oba rodzaje sił, jeśli cząstki i powierzchnia są w różnym stopniu obciążone ładunkami lub napięcie powierzchniowe jest różne, mają tendencję do zatrzymywania cząstek na powierzchni. Siły

te mogą powodować usunięcie cząstek z powierzchni, jeśli powietrze przylegające do cząstek porusza się wokół nich. Podobnie jak w przypadku ładunków elektrycznych taki proces może być wywołany przez wiatr, krople deszczu i inne czynniki fizyczne.

Efekt „wiązania” cząstek z powierzchnią jest wywoływany przeważnie przez temperaturę i wilgotność powierzchni, na której cząstki się znajdują. Takie warunki zależą od temperatury i wilgotności powietrza otaczającego daną powierzchnię oraz bilansu jej promieniowania.

Zmiany w procesie uwalniania zarodników u gatunku *Cladosporium caryigenum* w warunkach kontrolowanej wilgotności powietrza, wilgotności powierzchni liści i promieniowania podczerwonego były szczegółowo badane przez Gottwalda (1982). W przy-

padku zmniejszenia poziomu wilgotności powietrza ze 100% do 40% poziom uwalniania zarodników był minimalny, ale dalsze obniżanie poziomu wilgotności wywołało znaczne spowolnienie tego procesu, co było wzmocnione wpływem promieniowania podczerwonego. Natomiast krótkie ekspozycje grzybni na działanie promieniowania podczerwonego spowodowały wznowienie procesu uwalniania zarodników. W przypadku wzrostu poziomu wilgotności proces ten był minimalny i zachodził w sposób niekonsekwentny. Zarodniki były uwalniane tylko w przypadku wysuszenia grzybni lub kiedy wilgotność blaszki liściowej była utrzymywana na poziomie niższym niż 15%. Podobne wyniki odnotowano także dla gatunku *Cladosporium carpophyllum* [3].

Trimmer i wsp. [10] w kontrolowanych warunkach specjalnie zaprojektowanej komory obserwowali proces uwalniania zarodników *Alternaria alternata*. Nagłe obniżenie poziomu wilgotności względnej z 90% do 15% lub stopniowe obniżanie do poziomu poniżej 50% spowodowało uwolnienie dużej liczby zarodników. Promieniowanie nie wywołało żadnego efektu, a nagły wzrost poziomu wilgotności z 15% do 90% wywołał uwolnienie tylko nieznacznej liczby zarodników. Obserwacje terenowe wykazały, że okazjonalne, istotne wzrosty liczby uwalnianych zarodników nie mogą być jednoznacznie związane z nagłymi zmianami czynników środowiskowych.

Wyniki badań nad różnymi gatunkami grzybów, zarówno w terenie, jak i warunkach kontrolowanych, pokazują, że na uwalnianie zarodników mają wpływ zmiany takich czynników środowiskowych jak obniżenie poziomu wilgotności względnej oraz zwiększenie ekspozycji na promieniowanie podczerwone i widzialne. Wilgoć na powierzchni liści, na których rośnie grzybnia, wywołuje efekt napięcia powierzchniowego zapobiegającego usuwaniu zarodników z powierzchni. Poziom wilgotności liści jest obniżany przez redukcję wilgotności powietrza otaczającego liść lub przez odparowywanie wody z powierzchni. Zmiany wilgotności powierzchni mogą wywołać zmiany w jej strukturze, co z kolei może być powodem nieznacznego wzrostu liczby uwalnianych zarodników. Su i wsp. [9] zaobserwowali, że uwalnianie zarodników może dotyczyć tylko niektórych partii rośliny (tych, w których doszło do obniżenia poziomu wilgotności), podczas gdy w pozostałych liście mogą być nadal wilgotne, a poziom wilgotności powietrza wokół nich – wysoki. Scherm i van Bruggen [8] zaobserwowali na przykładzie liści sałaty, że zarodniki grzyba powodującego ich infekcję powstawały w nocy, dojrzewały wczesnym rankiem i były uwalniane krótko po wschodzie słońca. Liście

sałaty w jej górnych partiach były suche kilka godzin wcześniej niż liście położone niżej. Zarodniki uwolnione z części górnej rośliny opadały na jej niższe partie, które były wciąż wilgotne.

Kolejnym czynnikiem wpływającym na uwalnianie zarodników jest wiatr. Pasanen i wsp. [7] zaobserwowali, że zarodniki gatunku *Aspergillus fumigatus* i rodzaju *Penicillium spp.* odrywały się od grzybni rosnącej na powierzchni liści przy prędkości wiatru około pół metra na sekundę, a zarodniki *Cladosporium spp.* do tego samego procesu wymagały prędkości wiatru nie mniejszej niż jeden metr na sekundę.

Woda w postaci deszczu również odgrywa niebagatelną rolę w procesie uwalniania spor do atmosfery. Według McCarneya [6] duże krople deszczu spadające z dużą prędkością i uderzające w rośliny mogą powodować uwalnianie zarodników na dwa sposoby. Niewielkie spadające krople mogą powodować wstrząsy liści, co wpływa na uwalnianie spor. Alternatywnie krople deszczu, trafiając na cienką powierzchnię powietrza otaczającą liść, powodują uniesienie jej do góry, co może wywołać efekt uwalniania zarodników z powierzchni roślinnej. Oba typy wpływu kropli wody (deszczu) na zjawisko rozprzestrzeniania się spor dotyczą raczej zjawiska niezbyt intensywnych opadów. Bezwładne uwalnianie cząstek w przypadku silnych opadów może wystąpić tylko do momentu, kiedy powierzchnia liści nie jest jeszcze całkowicie wilgotna i mokra. Zarodniki mogą być usuwane z powierzchni rośliny także w wyniku rozbijania się kropli deszczowych o powierzchnię liścia, przyjmujących specjalne trajektorie, tzw. balistyczne, w dodatku w ograniczonym zakresie. Tak uwalniane zarodniki nie mogą zostać jednak uznane za „spory powietrzne”.

W specjalnych okolicznościach na proces uwalniania zarodników mogą mieć wpływ także inne siły. Grace i Collins [4] badali zależności między siłą grawitacji utrzymującą zarodniki na powierzchni a siłą „ciągnącą” wiatru. Adams i wsp. [1] sugerowali, że zmiany promieniowania słonecznego i wilgotności względnej powietrza mogą wytworzyć ładunek elektryczny na powierzchni liścia, jego wartość wyraźnie rośnie podczas zachodu słońca, a to z kolei jest skorelowane z masowym uwalnianiem zarodników. Uważają oni, że zmiany ładunku elektrycznego powierzchni liści, a nie ruchy powietrza przepływającego w pobliżu liści, są odpowiedzialne za uwalnianie zarodników. Sugerują także, że konidia są w zasięgu cienkiej, granicznej warstwy powietrza, w której prędkość ruchów jest zbliżona do zera i dlatego nie mogą być usuwane z powierzchni przez wiatr. Podsumowując: bezwładne usuwanie cząsteczek z powierzchni zależy od rela-

tywnej wartości sił wiążących te cząstki z powierzchnią oraz od sił powodujących usuwanie tych cząstek. Kiedy powierzchnia liścia jest wilgotna, napięcie płynu wiąże luźne cząsteczki na powierzchni. Obecność płynu (wilgoci) może też efektywnie zwiększyć samą powierzchnię otaczającą cząsteczki. Osuszenie powierzchni przez redukcję wilgotności względnej powietrza albo przez ogrzanie za pomocą promieniowania słonecznego redukuje wartość sił wiążących. Może ono wpłynąć także na osłabienie struktury grzybni lub całej rośliny żywicielskiej. Wskaźnik wysuszenia zależy od umiejscowienia liścia na roślinie i jego na niej ułożenia.

Uwalnianie cząstek z powierzchni zachodzi, kiedy wartość sił odpowiedzialnych za uwalnianie spor przekracza wartość sił wiążących je z powierzchnią. Inercja cząstek jest spowodowana czynnikami meteorologicznymi lub zakłóceniami fizycznymi. Siła niezbędna do uwalniania zarodników jest więc funkcją masy cząstek stałych, czyli właśnie zarodników.

Do tej pory, mimo wielu badań terenowych i eksperymentów laboratoryjnych, nie udało się jednoznacznie zdefiniować przyczyn oraz czynników wpływających na inicjowanie procesu uwalniania i rozprzestrzeniania się zarodników oraz na sam proces. Powiązanie ze sobą wielu dziedzin wiedzy z pewnością przybliży nas do rozwiązania tego problemu.

Piśmiennictwo:

1. Adams G.C., Gottwald T.R., Leach C.M.: *Environmental factors initiating liberation of conidia of powdery mildews. Phytopathology* 1986, 76: 1239-1245.
2. Gottwald T.R.: *Spore discharge by the pecan scab pathogen, Cladosporium caryigenum. Phytopathology* 1982, 72: 1193-1197.
3. Gottwald T.R.: *Factors affecting spore liberation by Cladosporium carpophilum. Phytopathology* 1983, 73: 1501-1505.
4. Grace J., Collins M.A.: *Spore liberation from leaves by wind. W: Microbiology of aerial plant surfaces. Dickinson C.H., Preece T.F. (red.). 1976: 185-198.*
5. Ingold C.T.: *the biology of fungi. 5th ed. Hutchinson and Co, 1984.*
6. McCarney H.A.: *Airborne dissemination of plants pathogens. J. Appl. Bacter. 1991, 70: 49-59.*
7. Pasanen A.L., Pasanen P., Jantunen M.J., Kalliokoski P.: *Significance of air humidity and air velocity for fungal spore release into the air. Atmos. Environ. A. 1991, 25: 459-462.*
8. Scherm H., van Bruggen A.H.C.: *Concurrent spore release and infection of lettuce by Bremia lactucae during mornings with prolonged leaf wetness. Phytopathology* 1995, 85: 552-555.
9. Su H., van Bruggen A.H.C., Subbarao K.V.: *Spore release of Bremia lactucae on lettuce is affected by timing of light imitation and decrease in relative humidity. Phytopathology* 2000, 90: 67-71.
10. Trimmer L.W., Solel Z., Gottwald T.R., Ibanez A.M., Zitko S.E.: *Environmental factors affecting production, release and field populations of conidia of Alternaria alternata, the cause of brown spot of citrus. Phytopathology* 1998, 88: 1219-1223.

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