

The aeromycological studies on the occurrence of pathogenic fungal spores for plants in subalpine Karkonosze National Park

Aeromikologiczne badania występowania zarodników grzybów patogenicznych dla roślin w piętrze subalpejskim Karkonoskiego Parku Narodowego

Wojciech Pusz, Włodzimierz Kita

Summary

Fungi occurring as saprophytes or parasites on a variety of substrata. Concentrations of airborne fungi depend on several factors f.ex.: weather conditions, vegetation, height above the sea level and human activities. The experiment was conducted in 2011–2012. The occurrence of plant pathogenic fungi was found in the air of subalpine zone of Karkonosze National Park and in Izerskie Mountains. Air samples were taken from 3 locations on the Karkonosze Mts and one from Izerskie Mts. To examine the air Air Ideal 3P sampler and acidified PDA (Potato Dextrose Agar) medium were used. The highest numbers of CFU/m³ air (Colony Forming Unit of 1 m³ air) of fungus were isolated from the Hala Izerska in Izerskie Mts on April 2011, and Szrenica top in Karkonosze Mts on September 2011. *Cladosporium cladosporioides* was the most abundant species at all locations (up to 30%) followed by *Alternaria alternata* (16–20%), *Fusarium* spp. (up to 10%) and *Sclerotinia sclerotiorum* (up to 6%). The genus *Cladosporium* is one of the most abundant airborne fungi. Also *A. alternata* shows a similar pattern in response, like another fungi species *Fusarium* or *S. sclerotiorum*.

Key words: fungi, bioaerosol, high mountains aeromycology

Streszczenie

W latach 2011–2012 przeprowadzono badania aeromikologiczne w odstępach 3–4 tygodniowych od maja do października. Badania wykonano metodą zderzeniową przy użyciu urządzenia Air Ideal 3P. Pomiar był wykonywany w trzech lokalizacjach, w piętrze subalpejskim Karkonoskiego Parku Narodowego oraz porównawczo na Hali Izerskiej w Górach Izerskich. W trakcie przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie zarodników 34 gatunków grzybów w pierwszym roku i 25 gatunków w drugim roku prowadzenia badań. Występowały zarodniki grzybów zarówno saprotroficznych, jak i patogenicznych dla roślin. Wśród tych drugich największym udziałem charakteryzował się gatunek *Cladosporium cladosporioides* – 25,4% wszystkich uzyskanych zarodników w roku 2011 i 28,8% w drugim roku badań. Drugim gatunkiem patogenicznym dla roślin, którego zarodniki występują w dużym nasileniu w piętrze subalpejskim Karkonoszy był grzyb *Alternaria alternata*. W pierwszym roku badań stanowił on 24% wszystkich stwierdzonych zarodników, a w 2012 roku – 16,4%. W obydwu latach badań obserwowano także występowanie w powietrzu zarodników *Sclerotinia sclerotiorum* na wszystkich obiektach badawczych. Oprócz wspomnianych gatunków w powietrzu piętra subalpejskiego Karkonoszy oraz na Hali Izerskiej notowano także zarodniki innych patogenów, jak np. *Botrytis cinerea* czy też *Ulocladium botrytis*. W powietrzu, w piętrze subalpejskim Karkonoszy oraz na Hali Izerskiej stwierdzono także obecność zarodników grzybów rodzaju *Fusarium*.

Słowa kluczowe: grzyby w bioaerozolu, aeromikologia, piętro subalpejskie

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Katedra Ochrony Roślin
Pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław
wojciech.pusz@up.wroc.pl

Wstęp / Introduction

W powietrzu obecne są wszystkie organy grzybów, w tym zarodniki, które są zdolne do przemieszczania się wraz z wiatrem na dalsze odległości (Dowd i Maier 1999). Grzyby w powietrzu mogą powodować alergie, a także poważniejsze zaburzenia zdrowia, jak np. astmę (Asan i wsp. 2002; Kurup i wsp. 2002; Ogórek i wsp. 2012a, b), oraz stanowić zagrożenie dla roślin jako źródło infekcji (Meredith 1973; Dowd i Maier 1999; Ogórek i wsp. 2012b). Uwzględniając ten aspekt, niektórzy autorzy upatrują w badaniach aeromikologicznych jeden z elementów sygnalizacji pojawu chorób roślin (Dowd i Maier 1999). Może to być szczególnie ważne w przypadku grzybów, które są zdolne do przemieszczania się z wiatrem na większe odległości (Palti i Cohen 1980) pokonując także naturalne bariery, jak np. góry (Vaish i wsp. 2011). Klarič i Pepeljnjak (2006) stwierdzili w powietrzu górskim, na wysokości 800–900 m n.p.m. w rejonie Zagrzebia, obecność zarodników grzybów rodzajów: *Cladosporium*, *Alternaria*, a także *Fusarium*, *Sclerotinia* czy też *Botrytis*. Potwierdzają to także badania innych autorów (Ogórek i wsp. 2012a, b).

Celem przeprowadzonych badań było określenie składu gatunków grzybów, których zarodniki występują w powietrzu, w piętrze subalpejskim Karkonoszy ze szczególnym uwzględnieniem grzybów patogenicznych dla roślin.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania aeromikologiczne były prowadzone w latach 2011–2012, w odstępach 3–4 tygodniowych od maja do października. Badania wykonano metodą zderzeniową przy użyciu urządzenia Air Ideal 3P. Urządzenie zasysające powietrze atmosferyczne pobierało również obecne w powietrzu zarodniki grzybów, które trafiały na szalkę Petriego z zakwaszoną kwasem cytrynowym pożywką PDA (Potato Dextrose Agar, Biocorp). Urządzenie zaprogramowano na pobieranie prób o objętości 50 litrów. Pomiar był wykonywany w trzech lokalizacjach, w piętrze subalpejskim Karkonoskiego Parku Narodowego (Równia pod Śnieżką, Spalona Strażnica, Szrenica) oraz porównawczo na Hali Izerskiej w Górach Izerskich. Każdy pomiar wykonany był w trzech powtórzeniach po 9 szalek każdy. Urządzenie podczas pobierania próbek zlokalizowane było na wysokości 1,5 m od podłoża. Następnie szalki przechowywane były w warunkach temperatury pokojowej (20–22°C) przez okres 7–10 dni. Kolejnym etapem doświadczenia było oznaczenie wyrosłych grzybów do gatunku oraz określenie liczby kolonii. Liczbę kolonii grzybów wyrosłych na szalce przeliczano na 1 m³ powietrza według wzoru:

$$X = (a \times 1000) / V$$

X – liczba jednostek tworzących kolonie (JTK) w 1 m³ powietrza, a – suma kolonii grzybów, które wyrosły na szalce pobranej próbki powietrza atmosferycznego, V – objętość pobranego powietrza atmosferycznego w litrach.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Stwierdzono występowanie zarodników 34 gatunków grzybów w pierwszym roku (tab. 1) i 25 gatunków w drugim roku prowadzenia badań (tab. 2). Stwierdzono występowanie zarodników grzybów zarówno saprotroficznych, jak i patogenicznych dla roślin. Wśród tych drugich największym udziałem charakteryzował się *Cladosporium cladosporioides* – 25,4% wszystkich uzyskanych zarodników w roku 2011 i 28,8% w drugim roku badań. Największe stężenie zarodników *C. cladosporioides* stwierdzano w czerwcu, w pierwszym roku badań na wszystkich stanowiskach badawczych (rys. 1). W drugim roku doświadczenia najwyższe stężenie zarodników tego gatunku stwierdzono w czerwcu na Równi pod Śnieżką, na Spalonej Strażnicy oraz na Hali Izerskiej, gdzie zanotowano blisko 1960 JTK/m³. Na Szrenicy najwyższe stężenie *C. cladosporioides* odnotowano we wrześniu. Drugim gatunkiem patogenicznym dla roślin, którego zarodniki występują w dużym nasileniu w piętrze subalpejskim Karkonoszy był grzyb *Alternaria alternata*. Grzyb ten stanowi z reguły największy udział spośród gatunków występujących w powietrzu na stanowiskach zlokalizowanych zarówno w miastach, jak i poza nimi (Tomassetti i wsp. 2011; Almaguer-Chávez i wsp. 2012). W pierwszym roku badań stanowił on 24% wszystkich stwierdzonych zarodników, a w 2012 roku – 16,4%. Najwyższe stężenie zarodników tego gatunku odnotowano w czerwcu 2011 roku na Hali Izerskiej, gdzie stężenie zarodników w m³ powietrza wynosiło 2700. Zbliżone wyniki uzyskała Maya-Manzano i wsp. (2012). Stwierdziła, że największe stężenie zarodników *A. alternata* przypada na maj oraz październik. Znacznie niższe stężenia inokulów *A. alternata* stwierdzono w piętrze subalpejskim Karkonoszy. W czerwcu najwyższe wartości JTK/m³ notowano na Równi pod Śnieżką (560), Spalonej Strażnicy (780) oraz na Szrenicy (640). Jednak na tym stanowisku, podobnie jak to miało miejsce w przypadku *C. cladosporioides*, najwyższe stężenie zarodników stwierdzono we wrześniu i wynosiło ono 780 JTK/m³. W drugim roku badań sytuacja była podobna. W czerwcu stwierdzono najwyższe stężenia zarodników *A. alternata* zarówno w Karkonoszach (Równia pod Śnieżką: 760 JTK/m³; Spalona Strażnica: 160 JTK/m³; Szrenica: 560 JTK/m³), jak i na Hali Izerskiej – 340 JTK/m³. W obydwu latach badań obserwowano także występowanie w powietrzu zarodników *Sclerotinia sclerotiorum* na wszystkich obiektach badawczych. Udział tego patogena kształtował się na poziomie 6,9% w pierwszym roku badań oraz 5,5% w drugim roku prowadzenia obserwacji. Najwyższe stężenie jednostek tworzących kolonie tego gatunku odnotowano w 2011 roku w lipcu na wszystkich stanowiskach badawczych (od 40 JTK/m³ na Równi pod Śnieżką do 320 JTK/m³ na Spalonej Strażnicy), natomiast w roku 2012 sytuacja nie była jednorodna. Oprócz wspomnianych gatunków w powietrzu piętra subalpejskiego Karkonoszy oraz na Hali Izerskiej notowano także zarodniki innych patogenów, jak np. *Botrytis cinerea* (1,2% ogółu zarodników w roku 2011 i 2,8% w 2012 roku), *Cladosporium herbarum* (2,9% w pierwszym roku

Tabela 1. Występowanie zarodników grzybów i organizmów grzybopodobnych w powietrzu piętra subalpejskiego Karkonoszy i w Górach Izerskich in 2011 (JTK/m³)Table 1. The occurrence of fungi and fungi like organisms spores in air of subalpine zone of Karkonosze and in Izerskie Mountains in 2011 (CFU/m³)

Gatunek – Species	Równia pod Śnieżką						Spalona Strażnica						Szrenica						Hala Izerska					%
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>Alternaria alternata</i>	120	240		140	220			260	260	140	460	80	180	320	120	220	480	240	2700	560	240	420	180	24,0
<i>Botrytis cinerea</i>				80						100	100						100							1,2
<i>Cladosporium cladosporioides</i>		560	180	80	140		120	780	400	160	500		40	640	260	140	780	300	1960	220	260	240	240	25,4
<i>C. herbarum</i>	140	40				180					160	260	120											2,9
<i>Drechslera sorokiniana</i>																40			40					0,3
<i>D. teres</i>																			60	40				0,3
<i>Epicoccum purpurascens</i>						60				160	240	40				140	280	80			220	40	40	4,1
<i>Fusarium culmorum</i>														20							40			0,2
<i>F. equiseti</i>	60			60						60			80											0,8
<i>F. oxysporum</i>	40																							0,1
<i>F. sporotrichoides</i>					100																			0,3
<i>Giberella avenacea</i>						40												40			60			0,4
<i>Gliocladium catenulatum</i>						180						140												1,0
<i>Penicillium notatum</i>	120		40				100		40	120		40	40		80		140	80	80	140		120	40	3,7
<i>Penicillium</i> spp.																			240					0,8
<i>P. velutinum</i>																	100							0,3
<i>P. waksmani</i>										140	80		40			120							60	1,4
<i>Phoma eupyrena</i>		80			40									60									40	0,7
<i>P. fimeti</i>																		60						0,2
<i>Phoma</i> spp.													40						240					0,9
<i>Phytophthora</i> spp.	40																							0,1
<i>Rhizoctonia solani</i>			220																		40			0,8
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	80	100	40	140		40	60	80	320	60	120		60	160	280	100	160		120	160	80		6,9	
<i>Ulocladium botrytis</i>				140					40			80				40		80	360	140	140			3,2
<i>Verticillium albo-atrum</i>														80										0,3
Pozostałe gatunki Other species																								19,7
Suma – Sum	600	1200	1140	760	980	700	380	1424	1120	900	3145	760	660	1720	780	800	2660	1140	5900	1980	1120	940	720	100,0

Tabela 2. Występowanie zarodników grzybów w powietrzu piętra subalpejskiego Karkonoszy i w Górach Izerskich in 2012 (JTK/m³)Table 2. The occurrence of fungi spores in air of subalpine zone of Karkonosze and in Izerskie Mountains in 2012 (CFU/m³)

Gatunek – Species	Równia pod Śnieżką						Spalona Strażnica						Szrenica						Hala Izerska					%
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X	VI	VII	VIII	IX	X	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Alternaria alternata</i>		760		360	80	20	20	160		140	140	120	60	560	480	60		20	340	180	60	320	200	16,4
<i>Botrytis cinerea</i>							140				20	20							140	120	120	80	50	2,8
<i>Cladosporium cladosporioides</i>		980	360	80	40	40		320	40	40		60	160	240	380	140	1460	300	180	240	120	1560	400	28,8
<i>C. herbarum</i>									60		500	300		300					60					4,9
<i>Drechslera sorokiniana</i>											80	50			160							240	100	2,5
<i>Fusarium culmorum</i>																						60	20	0,3
<i>F. equiseti</i>											480	340												3,3
<i>Gliocladium catenulatum</i>															80				180					1,0
<i>Penicillium citrinum</i>	349																					40	20	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<i>Penicillium notatum</i>	40				60	60			80			20			60		160	100	60		40			2,7	
<i>Penicillium</i> spp.																						140	10	0,6	
<i>P. velutinum</i>										40		50													0,4
<i>P. vermiculatum</i>	140																								0,6
<i>P. waksmani</i>							140		60				40			80		40	120	220		120	40		3,5
<i>Phoma eupyrena</i>																						160	40		0,8
<i>Phoma</i> spp.			240										40												1,1
<i>Rhizoctonia solani</i>		160												220											1,5
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>		360			60	120							120		60	40	200		180	160	60				5,5
<i>Ulocladium botrytis</i>													20	140	240					40	20	100	50		2,5
Pozostałe gatunki Other species																									19,2
Suma – Sum	549	2740	760	620	280	400	180	700	240	280	1280	1060	780	1940	2120	760	2360	480	1080	1140	980	3060	1030	100,0	

badan i 4,9% w drugim roku prowadzenia badań) czy też *Ulocladium botrytis* (odpowiednio 3,2% i 2,5% wszystkich uzyskanych zarodników). W powietrzu, w piętrze subalpejskim Karkonoszy oraz na Hali Izerskiej stwierdzono także obecność zarodników grzybów rodzaju *Fusarium*. W pierwszym roku badań stanowiły one 1,8% wszystkich uzyskanych zarodników, by w kolejnym roku osiągnąć 3,6% ogółu zarodników. Pozostałe gatunki patogeniczne dla roślin stanowiły niewielki procent wszystkich uzyskanych zarodników grzybów. Znajduje to potwierdzenie w pracach innych badaczy (Klarič i Pepeljnjak 2006; Ogórek i wsp. 2012a, b).

Wnioski / Conclusions

1. Dominującymi grzybami obecnymi w powietrzu piętra subalpejskiego Karkonoszy oraz na Hali Izerskiej były grzyby rodzaju: *Cladosporium*, *Fusarium* oraz *A. alternata* i *S. sclerotiorum*.
2. Przy napływie mas powietrza z kierunków południowych na badanym obszarze może występować rozprzestrzenianie się grzybów patogenicznych dla roślin pochodzących z obszaru Czech.

Literatura / References

- Almaguer-Chávez M., Rojas-Flores T., Dobal-Amador V., Batista-Mainegra A., Rives-Rodríguez N., Jesus-Aira M., Hernández-Lauzardo A.N., Hernández-Rodríguez A. 2012. Aerobiological dynamics of potentially pathogenic fungi in a rice agroecosystem in La Habana, Cuba. *Aerobiologia* 28: 177–183.
- Asan A., İlhan S., Sen B., Erkara I.P., Filik C., Cabuk A., Demirei R., Ture M., Okten S.S., Tokur S. 2004. Airborne fungi and actinomycetes concentrations in the air of Eskisehir city (Turkey). *Indoor and Built Environment* 13 (1): 63–74.
- Dowd S.C., Maier R.M. 1999. *Aeromicrobiology*. In: „Environmental Microbiology” (R.M. Maier, I.L. Pepper, C.P. Gerba, eds.). Academic Press, San Diego, USA, 330 pp.
- Klarič M.S., Pepeljnjak S. 2006. A year-round aeromycological study in Zagreb area, Croatia. *Ann. Agric. Environ. Med.* 13: 55–64.
- Kurup V.P., Shen H.D., Vijay H. 2002. Immunobiology of fungal allergens. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 129: 181–191.
- Maya-Manzano J.M., Fernández-Rodríguez S., Hernández-Trejo F., Díaz-Pérez G., Gonzalo-Garijo A., Silva-Palacios I., Muñoz-Rodríguez A.F., Tormo-Molina R. 2012. Seasonal mediterranean pattern for airborne spores of *Alternaria*. *Aerobiologia* 28: 515–525.
- Meredith D.S. 1973. Significance of spore release and dispersal mechanism in plant disease epidemiology. *Ann. Rev. Phytopathol.* 11: 313–342.
- Ogórek R., Lejman A., Płaskowska E., Bartnicki M. 2012a. Fungi in the mountain trails of the Sněžnik Massif. *Mikologia Lekarska* 19 (2): 57–62.
- Ogórek R., Lejman A., Pusz W., Miłuch A., Miodyńska P. 2012b. Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Cladosporium*. *Mikologia Lekarska* 19 (2): 80–85.
- Palti J., Cohen Y. 1980. Downy mildew of cucurbits (*Pseudoperonospora cubensis*): the fungus and its hosts, distribution, epidemiology and control. *Phytoparasitica* (2): 109–147.
- Tomassetti B., Lombardi A., Cerasani E., Di Sabatino A., Pace L., Ammazalorso D., Verdecchia M. 2011. Mapping of *Alternaria* and *Pleospora* concentrations in Central Italy using meteorological forecast and neural network estimator. *Aerobiologia*, doi: 10.1007/s10453-012-9262-2 (online).
- Vaish S.S., Ahmed S.B., Prakash K. 2011. First documentation on status of barley diseases from the high altitude cold arid Trans-Himalayan Ladakh region of India. *Crop Prot.* 30: 1129–1137.