

DANUTA O. LIS, JÓZEF S. PASTUSZKA, RAFAŁ L. GÓRNY

WYSTĘPOWANIE AEROZOLU BAKTERYJNEGO I GRZYBOWEGO W MIESZKANIACH, BIURACH I ŚRODOWISKU ZEWNĘTRZNYM GÓRNEGO ŚLĄSKA. WYNIKI WSTĘPNE*

THE PREVALENCE OF BACTERIAL AND FUNGAL AEROSOL IN HOMES,
OFFICES AND AMBIENT AIR OF UPPER SILESIA. PRELIMINARY RESULTS

Zakład Higieny Mieszkań, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego
41-200 Sosnowiec, ul. Kościelna 13
Kierownik: dr J.S. Pastuszka

Uzyskano wstępną charakterystykę aerozolu bakteryjnego i grzybowego, występującego w tzw. zdrowych pomieszczeniach mieszkalnych i biurach oraz w środowisku zewnętrznym. Na charakterystykę bioaerozolu składała się przede wszystkim informacja o występujących zakresach stężeń oraz analiza rozkładu frakcyjnego (ziarnowego). Otrzymane dane umożliwiły naświetlenie problemu mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w mieszkaniach i biurach, a uzupełnione o kolejne badania pozwolą w przyszłości zdefiniować tzw. najwyższe normalne stężenie bioaerozolu w obu rodzajach pomieszczeń.

WSTĘP

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie badaniami występowania aerozolu bakteryjnego i grzybowego w pomieszczeniach mieszkalnych i biurowych. Zwrócono bowiem uwagę na przypadki pojawiania się dolegliwości chorobowych u osób przebywających w niektórych budynkach [1] tzw. „sick building syndrom” których przyczyną może być między innymi mikrobiologiczne zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach [1]. „Sick building syndrom” stanowi istotny problem zdrowotny ze względu na fakt, że większość ludzi spędza około 80% swojego czasu w budynkach.

Głównym źródłem aerozolu bakteryjnego w pomieszczeniu są zwykle ludzie, a dokładniej – emisja bakterii zachodząca podczas mówienia, kaszlu i kichania oraz złuszczenia się naskórka [9]. W przeciwieństwie do aerozolu bakteryjnego, dominującym źródłem grzybów występujących, w normalnych warunkach, w powietrzu mieszkań jest proces migracji tego aerozolu ze środowiska zewnętrznego. Zjawisko to ma szczególnie znaczenie latem i jesienią, gdy następuje wzrost koncentracji aerozolu grzybowego w powietrzu atmosferycznym [20]. Badania procesu przenikania aerozolu grzybowego do pomieszczeń w warunkach polskich, prowadzone przez Pastuszkę i wsp. [12] sugerują, że cząstki aerozolu grzybowego mogą szybko rosnać po wnikięciu do pomieszczeń.

Bakterie i grzyby występujące w powietrzu mogą powodować nie tylko choroby zakaźne, ale również mogą posiadać właściwości alergizujące, a nawet toksyczne. badania epidemiologiczne wykazały, że zachorowalność na choroby alergiczne (gorączka alergiczna, alergiczne zapalenie płuc, astma, alergiczny nieżyt nosa) jest często związana z zanieczyszczeniem powietrza w mieszkaniu przez bakterie i grzyby [3, 6, 14, 19]. Większość komponentów aerozolu bakteryjnego i mikrogrzybowego nie stanowi zagrożenia zdrowotnego w normalnych warunkach środowiskowych, przy niskich stężeniach tego bioaerozolu. jednak obecność oczyszczalni ścieków, wysypiska śmieci lub kompostowni w środowisku, a także zawilgocenie mieszkania, a następnie rozwój grzybów na ścianach, jak również niesprawna wentylacja oraz zbyt duża liczba lokatorów w mieszkaniu, przyczynia się do wzrostu stężenia mikroorganizmów w powietrzu do poziomu, który może wywołać pogorszenie stanu zdrowia mieszkańców.

Efekt zdrowotny spowodowany wdychaniem różnego rodzaju cząstek zawartych w powietrzu zależy w znacznej mierze od składu chemicznego i właściwości mikrobiologicznych tych cząstek oraz miejsca ich depozycji w układzie oddechowym. najważniejszym parametrem determinującym depozycję cząstek w układzie oddechowym jest średnica aerodynamiczna cząstki. Średnicę aerodynamiczną danej cząstki rzeczywistej definiuje się jako średnicę odpowiadającej jej cząstki kulistej o gęstości jednostkowej (1 g/cm^3) i prędkości opadania takiej samej jak cząstki rzeczywistej. Dla cząstek o średnicy większej niż $30 \mu\text{m}$ istnieje znikome prawdopodobieństwo osiągnięcia układu oddechowego. Przyjmuje się, że jest to możliwe dla cząstek mniejszych od $10 \mu\text{m}$. Szybkie i nagłe zmiany kierunku przepływu powietrza występuje w części nosowej i gardłowej układu oddechowego sprzyjają depozycji cząstek o średnicy od 5 do $10 \mu\text{m}$. W kolejnej części układu oddechowego, obejmującej tchawicę i oskrzela, występują takie warunki przepływu powietrza, które umożliwiają depozycję cząstek o średnicy od 1 do $5 \mu\text{m}$ [10]. Alergizujące cząstki o średnicy większej niż $5 \mu\text{m}$, które osadzają się w obszarze górnych dróg oddechowych, będą więc predysponowane do wywołania astmy lub alergicznego nieżytu nosa. Cząstki mniejsze, o średnicy poniżej $5 \mu\text{m}$, które mogą przenikać w okolice pęcherzyków płucnych, są natomiast przyczyną alergicznego zapalenia płuc [2, 7].

W celu wykorzystania informacji, których dostarcza pomiar stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego, niezbędne jest opracowanie kryteriów służących ocenie mikrobiologicznej jakości powietrza w mieszkaniach i biurach. Pierwszym krokiem w tym kierunku byłoby ustalenie tzw. stężenia normalnego, czyli średniego poziomu stężenia (lub przedziału stężeń) rejestrowanego w mieszkaniach zdrowych, w których nie podejrzewa się mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza, gdyż nie stwierdza się rozwoju grzybów na ścianach, a lokatorzy nie skarżą się na dolegliwości, których przyczyną może być nadmierna koncentracja badanych bioaerozoli. Takie podejście zastosowano w Finlandii [15]. Jest ono również polecane dla krajów Unii Europejskiej [20]. Jakkolwiek w niektórych zagranicznych publikacjach pojawiają się propozycje najwyższych normalnych stężeń aerozolu bakteryjnego i grzybowego jednak, ze względu na wpływ czynników klimatycznych i mieszkaniowych na uzyskiwane wyniki, można oczekiwać wyznaczenia odmiennych wartości najwyższych normalnych stężeń aerozolu bakteryjnego i grzybowego dla mieszkań polskich. W oparciu o poziom stężenia normalnego, który prawdopodobnie będzie jednakowy dla całej Polski, będzie można

w przyszłości zaproponować stężenie dopuszczalne dla aerozolu bakteryjnego i grzybowego, a więc opracować projekt normy. Zdefiniowanie stężenia normalnego będzie jednak miało duże znaczenie praktyczne, nawet przed przyjęciem stosownych norm. porównanie wyników pomiarów w określonym mieszkaniu z poziomem normalnym pozwoli bowiem łatwo stwierdzić ewentualne występowanie dodatkowych źródeł emisji bioaerozolu lub też ocenić czy istniejąca wentylacja jest wystarczająca pod względem zdrowotnym. Będzie również możliwe określenie skuteczności ewentualnych środków zaradczych podjętych w celu obniżenia koncentracji mikroorganizmów w powietrzu.

Celem niniejszej pracy było uzyskanie wstępnej charakterystyki aerozolu bakteryjnego i grzybowego występującego w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym na Górnym Śląsku. Wstępna charakterystyka tego bioaerozolu obejmowała analizę jego stężeń oraz rozkładu frakcyjnego (ziarnowego). Otrzymane informacje pomogły w ocenie problemu mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza w mieszkaniach i biurach. Kontynuacja tych badań umożliwi ustalenie normalnego stężenia tego bioaerozolu w typowych pomieszczeniach na obszarze Polski.

MATERIAŁ I METODYKA

Pomiary aerozolu bakteryjnego i grzybowego wykonano w mieszkaniach, biurach oraz w środowisku miejskim. Badane mieszkania i biura były pomieszczeniami zdrowymi. Stężenia bakterii i grzybów wyznaczano przy pomocy 6-stopniowego impaktora *Andersena*. Hodowla bakterii była przeprowadzana na zalecanym podłożu Tryptic Soy agar, natomiast hodowla grzybów – na polecanym podłożu 2% Malt Extract agar. Po wykonanym pomiarze inkubacja bakterii trwała 2 dni, w temperaturze 37°C, podczas gdy hodowla grzybów – 4 dni, w temperaturze 25°C. Stężenie badanego aerozolu było wyrażane jako liczba komórek lub agregatów komórek zdolnych do rozwoju w formie kolonii czyli colony forming units (cfu) obecnych w jednym metrze sześciennym (m³) pobranego powietrza.

WYNIKI

W tabelach I i II zamieszczono wyniki pomiarów stężenia aerozolu bakteryjnego oraz grzybowego, przeprowadzonych w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym. Dla otrzymanych wartości stężenia badanych bioaerozoli wyznaczono ich zakresy, wartości średnie oraz średnie geometryczne.

W badanych mieszkaniach aerozol bakteryjny występował w stężeniu od 212 do 888 cfu/m³. Średnie stężenie tego bioaerozolu było równe 420 cfu/m³, natomiast średnia geometryczna – 379 cfu/m³. Najliczniejszą frakcją stanowiły komórki czy też agregaty komórek o średnicy większej niż 7 μm. Ta frakcja występowała w stężeniu od 57 do 260 cfu/cm³, a średnia geometryczna – 111 cfu/m³. Stężenie aerozolu bakteryjnego w środowisku zewnętrznym wynosiło natomiast od 9 do 145 cfu/m³. Średnie stężenie bakterii w powietrzu było równe 56 cfu/cm³, a średnia geometryczna – 36 cfu/cm³. Podobnie jak to zaobserwowano w mieszkaniach, komórki lub też agregaty komórek o średnicy większej niż 7 μm stanowiły najliczniejszą frakcją tego bioaerozolu. Stężenie tej frakcji osiągało wartości od 9 do 145 cfu/m³, podczas gdy średnie stężenie - 56 cfu/cm³, a średnia geometryczna – 36 cfu/m³. Koncentracja grzybów w powietrzu badanych mieszkań wynosiła od 81 do 383 cfu/m³, natomiast średnie stężenie i średnia geometryczna odpowiednio: 162 i 144 cfu/m³. Najwyższe stężenia tego bioaerozolu, w zbliżonych wartościach, obserwowano w zakresie średnic 3,3 –

Tabela I. Wartości średnie i zakresy stężenia aerozolu bakteryjnego w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym
Means and ranges of the bacterial aerosol concentrations inside and outside of homes and offices

średnica cząstek aerozolu bakteryjnego (μm)	STĘŻENIE (cfu/m^3)											
	MIESZKANIE						POKÓJ BIUROWY					
	wewnątrz			zewnątrz			wewnątrz			zewnątrz		
zakres	średnia arytm.	średnia geometr.	zakres	średnia arytm.	średnia geometr.	zakres	średnia arytm.	średnia geometr.	zakres	średnia arytm.	średnia geometr.	
>7	57-260	127	111	9-145	56	36	19-118	62	55	0-71	33	25
7-4.7	46-154	86	78	9-111	36	20	14-82	44	37	0-27	11	9
4.7-3.3	25-127	64	56	7-67	25	17	12-119	41	30	2-14	7	5
3.3-2.1	18-221	78	59	4-32	18	13	11-201	56	37	0-11	4	4
2.1-1.1	14-124	63	52	5-27	13	10	7-59	22	17	0-18	6	7
1.1-0.65	0-4	1	2	0-7	4	5	0	0	0	0-2	0	1
całkowite stężenie	21-888	420	379	42-386	152	106	136-542	225	201	13-115	61	46

Tabela II. Wartości średnie i zakresy stężenia aerozolu grzybowego w mieszkaniach, biurach i środowisku zewnętrznym
Means and ranges of the fungal aerosol concentrations inside and outside of homes and office

STĘŻENIE (cfu/m ³)									
średnica cząstek aerozolu grzybowego (μ m)	MIESZKANIE					POKÓJ BIUROWY			
	zakres	wewnątrz		zewnątrz		zakres	wewnątrz		
		średnia arytm.	średnia geometr.	średnia arytm.	średnia geometr.		średnia arytm.	średnia geometr.	
>7	0-23	11	11	11-78	37	27	1-5	3	2
7-4.7	5-46	21	15	30-74	46	42	0-23	7	6
4.7-3.3	12-155	57	43	23-161	69	53	6-34	18	15
3.3-2.1	19-154	55	45	25-208	91	68	6-55	28	22
2.1-1.1	4-115	19	8	0-104	29	13	0-16	6	5
1.1-0.65	0-9	1	4	0-2	1	0	0	0	0
całkowite stężenie	81-383	162	144	94-625	272	208	18-133	61	51

4,7 μm i 2,1 – 3,3 μm . W zakresie średnic 3,3 – 4,7 μm stężenie grzybów osiągało wartości od 12 do 155 cfu/m^3 , a średnie stężenie i średnia geometryczna odpowiednio 57 i 43 cfu/m^3 . Aeroszol grzybowy o zakresie średnic 2,1 – 3,3 μm występował w stężeniu od 19 do 154 cfu/m^3 . Średnie stężenie tej frakcji było równe 55 cfu/m^3 , a średnia geometryczna – 45 cfu/m^3 . Tymczasem w środowisku koncentracja aeroszolu grzybowego wahała się od 94 do 625 cfu/m^3 . Średnie stężenie określono na 272 cfu/m^3 , natomiast średnią geometryczną na 208 cfu/m^3 . Najwyższe stężenia tego bioaeroszolu stwierdzono w zakresie średnic 2,1 – 3,3 μm i wynosiły one od 25 do 208 cfu/m^3 (średnie stężenie i średnia geometryczna odpowiednio – 91 i 68 cfu/m^3).

W pokojach biurowych natomiast stężenie aeroszolu bakteryjnego osiągało wartości od 136 do 542 cfu/m^3 , a średnie stężenie i średnia geometryczna odpowiednio: 225 i 201 cfu/m^3 . Najliczniejszą frakcję stanowiły cząsteczki o średnicy większej niż 7 μm . Stężenie tej frakcji wynosiło od 19 do 118 cfu/m^3 , natomiast średnie stężenie – 62 cfu/m^3 , a średnia geometryczna – 55 cfu/m^3 . W środowisku koncentracja aeroszolu bakteryjnego wahała się od 13 do 115 cfu/m^3 . Średnie stężenie wynosiło 61 cfu/m^3 , a średnia geometryczna – 46 cfu/m^3 . Cząstki o średnicy większej niż 7 μm stanowiły najliczniejszą frakcję tego bioaeroszolu również w środowisku zewnętrznym. Stężenie tej frakcji osiągało wartości od 0 do 71 cfu/m^3 , a średnie stężenie i średnia geometryczna odpowiednio: 33 i 25 cfu/m^3 . Tymczasem aeroszol grzybowy występował w tych pomieszczeniach w stężeniu od 18 do 133 cfu/m^3 . Średnie stężenie tego bioaeroszolu było równe 61 cfu/m^3 , a średnia geometryczna 51 cfu/m^3 . Najwyższe stężenia rejestrowano w zakresie średnic 2,1 – 3,3 μm i osiągały one wartości od 6 do 55 cfu/m^3 (średnie stężenie – 28 cfu/m^3 , a średnia geometryczna – 22 cfu/m^3).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Koncentracja aeroszolu bakteryjnego w badanych pokojach mieszkalnych i biurowych była większa niż w otaczającym środowisku. Zaobserwowana zależność jest zgodna z obecną wiedzą na temat tego bioaeroszolu [9, 15, 20]. Jak wspomniano, głównym źródłem bakterii w powietrzu tego typu pomieszczeń są bowiem zwykle ludzie [9]. Koncentracja aeroszolu grzybowego w badanych mieszkaniach i biurach była natomiast niższa niż w otaczającym środowisku. Wiadomo z danych z piśmiennictwa, że pora roku ma istotny wpływ na omawianą zależność pomiędzy koncentracją tego bioaeroszolu w środowisku wewnętrznym a zewnętrznym. Prezentowane badania wykonywano podczas lata i jesieni, a więc w okresie kiedy następuje wzrost stężenia aeroszolu grzybowego w powietrzu atmosferycznym do poziomu, który przewyższa stężenie tego bioaeroszolu w pomieszczeniach (i może poprzez migrację zwiększać stężenie aeroszolu grzybowego w środowisku wewnętrznym). Inna sytuacja występuje podczas zimy, gdy ziemia jest zmarznięta i przykryta śniegiem. Takie warunki nie sprzyjają naturalnej emisji tych mikroorganizmów z gleby i w efekcie stężenie aeroszolu grzybowego w środowisku zewnętrznym jest niższe niż w mieszkaniach [11, 15].

Analizując otrzymane zakresy stężenia i wartości średnie można przytoczyć dla porównania wyniki badań przeprowadzonych w zdrowych domach amerykańskich. Średnie geometryczne stężenie aeroszolu bakteryjnego oraz grzybowego występującego w tych domach wynosiło odpowiednio: 900 cfu/m^3 oraz 1150 cfu/m^3 . W środowisku zewnętrznym wartości te kształtowały się następująco: średnie geometryczne stężenie

aerozolu bakteryjnego było równe 400 cfu/m^3 , natomiast aerozolu grzybowego – 4000 cfu/m^3 [4]. Tymczasem jak wykazały pomiary stężenia tych mikroorganizmów w powietrzu zdrowych mieszkań fińskich, średnie geometryczne stężenie aerozolu bakteryjnego wynosiło 570 cfu/m^3 (w środowisku – 60 cfu/m^3), podczas gdy średnie geometryczne stężenie aerozolu grzybowego było równe 150 cfu/m^3 (w środowisku zewnętrznym – 230 cfu/m^3) [15]. Jak stwierdzono również w Finlandii, w nowych domach podczas trzech pierwszych lat zamieszkania koncentracja bakterii w powietrzu wahała się od 0 do 11900 cfu/m^3 (średnia geometryczna – 550 cfu/m^3). Stężenie tego bioaerozolu w otaczającym środowisku wynosiło od 2 do 2200 cfu/m^3 , a średnia geometryczna – 110 cfu/m^3 [9]. Skov i wsp. [18] przeprowadzili natomiast badania w pokojach biurowych. koncentracja aerozolu bakteryjnego w tych pomieszczeniach osiągała wartości od 120 do 2100 cfu/m^3 (średnie stężenie – 574 cfu/m^3), podczas gdy koncentracja aerozolu grzybowego wahała się od 0 do 111 cfu/m^3 (średnie stężenie – 32 cfu/m^3). Obserwowane różnice w prezentowanych wartościach stężenia badanych bioaerozoli w pomieszczeniach wynikają między innymi z faktu, że koncentracja aerozolu bakteryjnego w mieszkaniach w znacznym stopniu zależy od liczby mieszkańców. Tymczasem wartość stężenia aerozolu grzybowego jest zdeterminowana przez klimat oraz charakterystykę pomieszczenia (na przykład wilgotność powietrza, obecność klimatyzacji lub zwierząt domowych) [4]. Należy dodać, że zastosowanie odmiennych metod pomiaru również może być przyczyną różnic w otrzymanyach wartościach stężenia badanych bioaerozoli. W niektórych zagranicznych opracowaniach naukowych są zamieszczone zalecane wartości stężeń aerozolu bakteryjnego i grzybowego, które nie powinny być przekraczane w pomieszczeniach. W raporcie Commission of the European Communities jest przedstawiona klasyfikacja mieszkań i pomieszczeń nieprzemysłowych (np. biura, przedszkola), która została opracowana na podstawie otrzymanych wyników pomiarów stężenia tego bioaerozolu w badanych pomieszczeniach. Klasyfikacja ta, co należy podkreślić, nie uwzględnia ewentualnego narażenia zdrowotnego. ryzyko zdrowotne wynikające z narażenia na cząsteczki biologiczne jest bowiem trudne do oszacowania z powodu różnej patogenności tych cząsteczek oraz zróżnicowanej wrażliwości organizmu ludzkiego. Według omawianej klasyfikacji za średnio wysokie stężenia bakterii w powietrzu uważa się wartości przekraczające 2500 cfu/m^3 w przypadku mieszkań oraz 500 cfu/m^3 w przypadku pomieszczeń nieprzemysłowych. Dla aerozolu grzybowego wartości te kształtują się następująco: 1000 cfu/m^3 dla mieszkań oraz 500 cfu/m^3 dla pomieszczeń nieprzemysłowych [20]. Na podstawie innych badań mikrobiologicznych proponowane najwyższe dopuszczalne stężenie aerozolu grzybowego w mieszkaniach i biurach określa się na 500 cfu/m^3 [17] lub wyłącznie w biurach na 200 cfu/m^3 [22]. Najwyższe normalne stężenie aerozolu grzybowego w mieszkaniach według ustaleń fińskich wynosi 500 cfu/m^3 [15], natomiast stężenie aerozolu bakteryjnego w mieszkaniach wynosi 4500 cfu/m^3 [9] i 5000 cfu/m^3 [15]. Wśród badanych przez nas mieszkań nie stwierdzono występowania bakterii i grzybów w stężeniu większym niż proponowane najwyższe normalne wartości tego stężenia. Wyniki pomiarów wykonanych w pokojach biurowych wykazały natomiast w jednym przypadku wysoką koncentrację aerozolu bakteryjnego – 542 cfu/m^3 . Porównując koncentrację aerozolu bakteryjnego i grzybowego w badanych pomieszczeniach zaobserwowano, że wyraźnie wyższe stężenia tych bioaerozoli występowały w mieszkaniach niż

w pokojach biurowych. Istnienie takiej zależności wykazały również inne badania [5, 13]. Na przykład *Gallup* i wsp. [5] otrzymali następujące średnie stężenia aerozolu bakteryjnego: 655 cfu/m^3 dla mieszkań oraz 124 cfu/m^3 dla pomieszczeń biurowych. Bioaerazol występuje w mieszkaniach w wyższych stężeniach prawdopodobnie ze względu na korzystniejszy mikroklimat (okresowe występowanie pary podczas gotowania) oraz inny charakter pomieszczenia (obecność resztek jedzenia, zwierząt domowych, dywanów, codzienna aktywność lokatorów itp.).

Analizując rozkład frakcyjny (ziarnowy) badanych bioaerozoli stwierdzono, że najliczniejszą frakcją aerozolu bakteryjnego stanowią cząstki o średnicy większej niż $7 \mu\text{m}$, zarówno w środowisku wewnętrznym jak i zewnętrznym. Podobne rezultaty uzyskiwali inni badacze, na przykład *Lee* i wsp. [8] oraz *Wright* i wsp. [21], którzy stwierdzili, że większość cząstek aerozolu bakteryjnego ma średnicę większą niż $5 \mu\text{m}$. *Nevalainen*, która stosowała w swoich badaniach inkubację w temperaturze pokojowej, otrzymała inne wyniki [9].

Najwyższe stężenia aerozolu grzybowego obserwowano natomiast w zakresie średnic $3,3\text{--}4,7$ i $2,1\text{--}3,3 \mu\text{m}$ w przypadku mieszkań oraz w zakresie średnic $2,1\text{--}3,3 \mu\text{m}$ w przypadku pomieszczeń biurowych. Najliczniejszą frakcją tego bioaerozolu w środowisku zewnętrznym stanowiły natomiast cząstki o średnicy od $2,1$ do $3,3 \mu\text{m}$. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy dotyczące najliczniejszej frakcji aerozolu grzybowego są w większości zgodne z wynikami otrzymanymi przez *Reponen* i wsp. [16]. Fińscy badacze uzyskiwali bowiem największe stężenia aerozolu grzybowego w zakresie średnic $2,1\text{--}3,3 \mu\text{m}$, zarówno w środowisku wewnętrznym jak i zewnętrznym.

Praca jest kontynuowana. Prowadzone są pomiary aerozolu bakteryjnego i grzybowego, uwzględniając również mieszkania zagrożone, w celu określenia najwyższych normalnych stężeń w mieszkaniach w Polsce.

WNIOSKI

1. Stężenie aerozolu bakteryjnego w badanych mieszkaniach i pokojach biurowych było wyższe niż w otaczającym środowisku zewnętrznym. Aerazol grzybowy występował w tych pomieszczeniach w stężeniu niższym niż w środowisku zewnętrznym.

2. W mieszkaniach występowało wyraźnie wyższe stężenie badanych bioaerozoli niż w pokojach biurowych.

3. Najliczniejszą frakcją aerozolu bakteryjnego stanowiły cząstki o średnicy większej niż $7 \mu\text{m}$, zarówno w środowisku wewnętrznym jak i w środowisku zewnętrznym. Największe stężenia aerozolu grzybowego obserwowano natomiast w zakresie średnic $3,3 - 4,7$ i $2,1 - 3,3 \mu\text{m}$ w przypadku mieszkań oraz w zakresie średnic $2,1 - 3,3 \mu\text{m}$ w przypadku pomieszczeń biurowych. Najliczniejszą frakcją tego bioaerozolu w środowisku zewnętrznym tworzyły cząsteczki o średnicy od $2,1$ do $3,3 \mu\text{m}$.

4. Stwierdzono, że w badanych mieszkaniach i biurach stężenie bakterii i grzybów w zasadzie nie przekraczała wartości proponowanych jako tzw. najwyższe normalne stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego (projekt fiński, projekt amerykański, raport Komisji Wspólnoty Europejskiej).

D. O. Lis, J.S. Pastuszka, R.L. Górny

THE PREVALENCE OF BACTERIAL AND FUNGAL AEROSOL IN HOMES, OFFICES AND AMBIENT AIR OF UPPER SILESIA. PRELIMINARY RESULTS

Summary

Quantitative criteria of microbiological air quality in homes and offices are needed for practical reasons. The purpose of this study was to obtain the preliminary characteristic of bacterial and fungal aerosols in healthy buildings. It was analysed the concentrations levels and size distributions of the investigated bioaerosols. The obtained data can be treated as a first step in the direction of determining so called normal level for different bioaerosols in homes and offices in Poland.

The concentrations of airborne bacteria and fungi were measured using 6-stage Andersen impactor. The Trypcase Soy Agar were applied for bacteria and 2% Malt Extract Agar for fungi. The bacteria samples were incubated for 2 days at 37°C and the fungi samples respectively for 4 days at 25°C.

The indoor levels of bacterial aerosol (homes: 212 – 888 cfu/m³, offices: 136 – 542 cfu/m³) were higher than the outdoor levels (respectively: 42 – 386 cfu/m³ and 13 – 115 cfu/m³). The fungal aerosol concentrations were lower indoors (homes: 81 – 383 cfu/m³, offices: 18 – 133 cfu/m³) than outdoors (94–625 cfu/m³). There were distinctly higher concentrations of the investigated bioaerosols in homes than in offices. The aerodynamic diameter of most bacterial particles were higher than 7 μm, both in indoor air (homes: 57 – 260 cfu/m³, offices 19 – 118 cfu/m³) and outdoor air (respectively: 9–145 cfu/m³ and 0 – 71 cfu/m³). The maximum for fungal spore levels were observed in the size range 3.3 – 4.7 and 2.1 – 3.3 μm in the instance of homes (respectively: 12 – 155 cfu/m³ and 19 – 154 cfu/m³) and in the size range 2.1 – 3.3 μm in the instance of offices (6 – 55 cfu/m³). Largest numbers of this bioaerosol in outdoor air were isolated in the size range 2.1 – 3.3. μm (25 – 208 cfu/m³).

Although there are some proposals for an upper limit of the normal indoor concentration of airborne bacteria and fungi, but due to different climate and housing conditions we can expect other normal range of fungal and bacterial aerosol in Polish homes.

PIŚMIENNICTWO

1. *ACGIH*: Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in Indoor Environment. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, 1989, 1. – 2. *Burge H.A.*: Airborne allergenic fungi, classification, nomenclature and distribution. *Immunol. All. Clin. N.-A.*, 1989, 9, 307. – 3. *Dales R.E., Zwanenburg H., Burnett R., Franklin C.A.*: Respiratory health effects of home dampness and molds among Canadian children. *Am. J. Epidem.*, 1991, 134, 196. – 4. *DeKoster J.A., Thome P.S.*: Bioaerosol concentrations in noncomplaint, complaint and intervention homes in the midwest. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1995, 56, 573. – 5. *Gallup J.M., Zanolli J., Olson L.*: Airborne bacterial exposure preliminary results of volumetric studies performed in office buildings, schools, and homes in California. *Proceedings of Indoor Air, Helsinki, 1993*, 4, 167. – 6. *Husman T., Koskinen O., Hyvärinen A., Reponen T., Ruuskanen J., Nevalainen A.*: Respiratory symptoms and infections among residents in dwellings with moisture problems or mould growth. *Proceedings of Indoor Air, Helsinki, 1993*, 1, 171. – 7. *Lacey J., Crook B.*: Fungal and actinomycetes spores as pollutants of the workplace and occupational allergens. *Ann. Occup. Hyg.*, 1989, 32, 515. – 8. *Lee R.E. Jr, Harris K., Akland G.*: relationship between viable bacteria and air pollutants in an urban atmosphere. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1973, 34, 164. – 9. *Nevalainen A.*: Bacterial aerosol in indoor air. National Public Health Institute, Helsinki, 1989, 8. – 10. *Owen M.K., Ensor D.S., Sparks L.E.*: Airborne particle sizes and sources found in indoor air. *Atm. Envir.*, 1992, 26A, 2149/

11. *Pasanen A.-L., Reponen T., Kalliokoski P., Nevalainen A.*: Seasonal variation of fungal spore levels in indoor and outdoor air in the subarctic climate. *Proceedings of Indoor Air, Ottawa, 1990*, 2, 39. – 12. *Pastuszka J.S., Górný R.L. and Lis D.*: Migration of ambient aerosol into indoor environment in Upper Silesia, Poland. *J. Aerosol Sci.*, 1995, 26, S517. – 13. *Pellikka M., Jantunen M.J., Kalliokoski P., Pitkanen E.*: Ventilation and bioaerosols. *Proceedings of the 1st International Symposium on Ventilation for Contaminant Control, Elsevir, Amsterdam, 1986*, 441. – 14. *Platt S.D., Martin C.J., Hunt S.M., Lewis C.W.*: Damp housing, mold growth, and symptomatic health state. *Br. Med. Journal*, 1989, 298, 1673. – 15. *Reponen T., Nevalainen A., Jantunen M., Pellikka M., Kalliokoski P.*: Normal range criteria for indoor air bacteria and fungal spores in a subarctic climate. *Indoor Air*, 1992, 2, 26. – 16. *Reponen T., Hyvarinen A., Ruuskanen J., Raunemaa T., and Nevalainen A.*: comparison of concentrations and size distributions of fungal spores in buildings with and without mould problems. *J. Aerosol Sci.*, 1994, 25, 8, 1595. – 17. *Reynolds S.J., Streifel A.J., McJilton C.E.*: Elevated airborne concentrations of fungi in residential and office environment. *Am. Ind. Assoc. J.*, 1990, 51, 601. – 18. *Skov P., Valbjorn O., Pedersen B.V. and DISG.*: Influence indoor climate on the sick building syndrome in an office environment. *Scand. I. Work Environ. Health*, 1990, 16, 383. – 19. *Waegemakers M., van Waegeningen N., Brunekreef B., Boleij J.S.M.*: Respiratory symptoms in damp houses. *Allergy*, 1989, 44, 192. – 20. *Wanner H.-U., Verhoeff A., Colombi A., Flannigan B., Gravesen S., Mouilleseaux A., Nevalainen A., Papadakis I., Seidel I.*: Biological particles in indoor environments. European collaborative action, Indoor air quality and its impact on man. Report No. 12, 25, ECSC-EEC-EAEC, Bruxelles, Luxembourg, 1993.
21. *Wright T.J., Greene V.W., Paulus H.J.*: Viable microorganisms in an urban atmosphere. *J. Air Pollut. Control Assoc.*, 1969, 19, 337. – 22. *Yang C.S., Hung L.-L., Lewis F., Zampello A.*: Airborne fungal populations in non-residential buildings in the United States. *Proceedings of Indoor Air, Helsinki, 1993*, 4, 219.

Otrzymano: 1996.03.25

Podziękowanie: Autorzy dziękują Pani *Gabrieli Ścigale* z Instytutu Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu za pomoc w przeprowadzeniu pomiarów.