



Czynniki mikrobiologiczne na pokładzie lekkich samolotów pasażerskich

*Agata Stobnicka, Rafał Górny, Małgorzata Gołofit-Szymczak,
Marcin Cyprowski, Anna Ławniczek-Walczuk*
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

1. Wprowadzenie

Transport lotniczy, w tym podróże lekkimi samolotami pasażerskimi, coraz bardziej zyskuje na popularności. Wygoda, szybkość oraz bezpieczeństwo sprawiają, że podróżni chętnie przemieszczają się tym środkiem transportu także na mniejsze odległości. Z uwagi na fakt, że człowiek może przebywać, bez wyraźnych, negatywnych skutków dla stanu psychofizycznego na wysokościach do 4000-4500 m, w lekkich samolotach, zwanych także „powietrznymi taksówkami”, o pułapie nie większym niż 4,5 km stosowane są tzw. kabiny otwarte, czyli takie, w których następuje swobodna wymiana powietrza z otoczeniem.

Powietrze atmosferyczne do wysokości 1500 m charakteryzuje znaczna ilość materiału biologicznego w postaci bioaerozoli zawierających zarodniki grzybów, pyłki roślin, bakterie, fragmenty owadów, roślin oraz cząstki gleby. Ocenia się, że na większych wysokościach stężenie bioaerozoli ulega redukcji z uwagi na działanie promieniowania UV, niskiej temperatury i niższej wilgotności (Committee on Air Quality in Passenger Cabins of Commercial Aircraft, 2002). W piśmiennictwie przedmiotu brak jest danych dotyczących charakterystyki czynników mikrobiologicznych występujących na pokładzie lekkich samolotów pasażerskich, stąd też celem pracy była ilościowa i jakościowa ocena zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza w lekkich samolotach pasażerskich wyposażonych w kabiny typu otwartego oraz w śmigłowcach.

2. Metodyka badań

2.1. Pobieranie próbek bioaerozoli

Badania zostały przeprowadzone w okresie wiosennym (marzec-kwiecień) w kabinach 10 statków powietrznych: 8 dwusilnikowych lekkich samolotów pasażerskich (Beechcraft Duke, Beechcraft Baron, Cessna 177, Beechcraft Muskateer, Beechcraft C90A, Aviat A1 Husky, Piper 44 Seminal, Socata TB9 Tampico) i 2 śmigłowców (Robinson R44: Raven 2 I i Raven 2 II), w trakcie postoju na jednym z lotnisk krajowych. Samoloty były przeznaczone do przewozu ludzi na trasach krajowych i mieściły od 4 do 20 osób. Pomiary przeprowadzono w ciągu dwóch godzin od wylądowania. Równocześnie z próbkami aspirowanymi w kabinach, pobierano próbki powietrza zewnętrznego (tzw. tło zewnętrzne) w celu oceny stopnia migracji atmosferycznych zanieczyszczeń mikrobiologicznych do wnętrza badanych obiektów.

Pobieranie próbek powietrza przeprowadzone zostało stacjonarnie, metodą wolumetryczną zgodnie z normą PN-EN 13098 „Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne dotyczące pomiaru mikroorganizmów i endotoksyn zawieszonych w powietrzu”. Próbki powietrza pobierano impaktorem MAS (model 100, Merck, Darmstadt, Niemcy). Każdorazowo przed pomiarem głowica impaktora poddawana była czyszczeniu i dezynfekcji polegającej na myciu alkoholem izopropylowym w myjce ultradźwiękowej (model Sonic 5, Polsonic, Warszawa). Każdorazowo impaktor ustawiano na badanym stanowisku pomiarowym na wysokości strefy oddechowej człowieka. Prędkość przepływu strugi powietrza podczas pobierania próbki wynosiła każdorazowo 100 L/min. W badaniach aerozolu bakteryjnego i grzybowego zastosowano 1-minutowy czas aspiracji próbki. Powierzchnię wychwytu w impaktorze stanowiła standardowa szalka Petriego o średnicy 90mm wypełniona odpowiednim podłożem mikrobiologicznym: tj. agarem tryptozowo-sojowym (Tryptcase Soy Agar – TSA, bioMérieux, Marcy l’Etoile, Francja) z 5% dodatkiem odwłóknionej krwi baraniej dla bakterii oraz agarem słodowym (Malt Extract Agar; Merck) dla grzybów. Warunki inkubacji pobranych próbek przedstawiały się następująco: dla bakterii – 1 dzień (37°C) + 3 dni (22°C) + 3 dni (4°C), a dla grzybów – 4 dni (30°C) + 4 dni (22°C). Wszystkie próbki inkubowano w warunkach tlenowych. Przedłużona inkubacja próbek w kierunku bakterii miała na celu umożliwienie wzro-

stu szczepom wolno rosnącym w niższym zakresie temperatur (Dutkiewicz 1978, Macher 1999, Jensen & Schafer 1998).

Po inkubacji, zliczeniu kolonii oraz uwzględnieniu objętości próbki wyznaczano stężenie mikroorganizmów w jednostkach tworzących kolonie w 1 m³ powietrza [jtk/m³].

2.2. Identyfikacja wyizolowanych mikroorganizmów

Po wyznaczeniu stężeń mikroorganizmów przeprowadzono ich jakościową identyfikację w oparciu o analizę makroskopową i mikroskopową cech morfologicznych kolonii, uzupełnioną w przypadku bakterii i drożdży o analizę ich cech biochemicznych (Holt i in. 1994). W analizie cech biochemicznych bakterii wykorzystano – połączone z komputerowym systemem analizy APIweb (bioMerieux SA) – szeregi biochemiczne API (analytical profile index) (Staph, Strep, Coryne, CHB+CH, E, NE, NH, A, Campy) pozwalające na ocenę zdolności bakterii do enzymatycznego rozkładu organicznych substratów. Wyniki reakcji biochemicznych testów API, skojarzone z wynikami analizy makro- i mikroskopowej oraz analizy cech fizjologicznych, posłużyły do ostatecznej identyfikacji badanych szczepów. Jakościową analizę grzybów przeprowadzono z wykorzystaniem kluczy do oznaczania grzybów pleśniowych i drożdży (Barnet & Payne 1986, Domsch i in. 1995, Fischer & Cook 1998, Pitt 2000, Klich 2002, Samson i in. 2004, Krzyściak i in. 2011, St-Germain & Summerbell 2011). Do identyfikacji cech biochemicznych drożdży wykorzystano test API C AUX (bioMerieux SA).

2.3. Pomiary wilgotności względnej i temperatury

Na każdym z wyznaczonych stanowisk pomiarowych wykonano pomiar wilgotności względnej i temperatury powietrza posługując się w tym celu termohigrometrem (model Omniport 20, prod. E+E Electronic GmbH, Austria).

2.4. Analiza statystyczna

Uzyskane dane pomiarowe opracowano statystycznie w oparciu o test Kruskala-Wallis'a oraz analizę korelacji Spearman'a z wykorzystaniem pakietu „STATISTICA data analysis software system”, wersja 7.1. (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, 2006), przyjmując za znamienne statystycznie wartości $p < 0,05$.

3. Wyniki i dyskusja

Średnie stężenia aerozoli bakteryjnego i grzybowego na pokładach badanych samolotów przedstawiono w tabeli 2. Najwyższe stężenie bakterii odnotowano w śmigłowcu Robinson R44 Raven 2 I (175 jtk/m³), natomiast najwyższe stężenie grzybów w samolocie Socata TB9 Tampico (385 jtk/m³). Test Kruskala-Wallis'a nie wykazał statystycznie istotnych różnic w poziomach stężeń mikroorganizmów w powietrzu pomiędzy badanymi statkami powietrznymi oraz pomiędzy nimi, a stężeniami drobnoustrojów w próbkach tła zewnętrznego ($p > 0,05$).

Tabela 1. Stężenia bakterii i grzybów [jtk/m³] (mediana i zakresy) w kabinach statków powietrznych i w tle zewnętrznym, zmierzone za pomocą impaktora MAS100

Table 2. Bacteria and fungi concentration [CFU/m³] (median value and range) in the studied aircrafts and in the background, measured using MAS100 impactor

Badany obiekt	Stężenie bakterii		Stężenie grzybów	
	mediana	zakres	mediana	zakres
Beechcraft Duke	80	80-80	360	350-370
Beechcraft Baron	120	110-130	325	240-410
Cesna177	45	20-70	105	80-130
Beechcraft Muskateer	35	20-50	80	50-110
Beechcraft C90A	70	50-90	70	50-90
Aviat A1 Husky	155	60-250	70	50-90
Piper 44 Seminal	80	70-90	75	60-90
Socata TB9 Tampico	95	90-100	385	350-420
Robinson R44 Raven 2 I	175	170-180	95	90-100
Robinson R44 Raven 2 II	130	70-190	215	170-260
Tło	35	20-50	65	60-70

Interpretacja wyników badań ilościowych bioaerozoli na pokładach badanych samolotów jest utrudniona z uwagi na brak powszechnie uznanych wartości normatywnych lub referencyjnych. Oznaczenie stopnia mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza wyrażonego liczbą jednostek tworzących kolonie (jtk) w 1 m³ powietrza, stosowane jest obecnie jako najlepsza i najczęściej używana miara określająca narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne. W ocenie higienicznej badanych

obiektów wykorzystano propozycje dopuszczalnych stężeń mikroorganizmów w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych, tj. w środowisku, w którym człowiek spędza większość swego czasu w ciągu życia, zaproponowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych (ZEGB) Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy. Propozycje te określają m.in. wartości dopuszczalne stężeń mikroorganizmów w powietrzu w oparciu o wyniki pomiarów wolumetrycznych bioaerozoli (Augustyńska & Pośniak 2014). W odniesieniu do powietrza zewnętrznego, w ocenie ilościowej czynników mikrobiologicznych w 2011 r. ZEGB przyjął założenie, że stężenie poszczególnych składników bioaerozolu w powietrzu atmosferycznym nie powinno przekraczać wartości dopuszczalnych zaproponowanych dla powietrza w pomieszczeniach (Górny i in. 2011). Zgodnie z zalecanymi wartościami referencyjnymi na stanowiskach pomiarowych zarówno w badanych obiektach, jak i w tle nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń mikroorganizmów w powietrzu.

Wszystkie pobrane próbki powietrza poddano również analizie jakościowej. Biorąc pod uwagę zróżnicowanie mikrobiologiczne badanych bioaerozoli obliczono udziały procentowe poszczególnych grup mikroorganizmów w stosunku do całości wyizolowanej mikrobioty. Wyniki te przedstawiono na rysunku 1. W badanych bioaerozolach dominowały grzyby oraz ziarniaki Gram-dodatnie, które stanowiły odpowiednio 31,1-83% oraz 5,6-62,2% całości mikrobioty. Kolejnymi grupami mikroorganizmów pod względem częstości izolacji były: laseczki Gram-dodatnie wytwarzające przetrwalniki (do 16,9%) i pałeczki Gram-ujemne (do 15,9%). Mezofilne promieniowce stanowiły do 4,4% całości mikrobioty.

Wyniki analizy taksonomicznej mikroorganizmów wyizolowanych z powietrza na badanych stanowiskach pomiarowych przedstawiono w tabeli 3. W analizowanych próbkach zidentyfikowano 16 gatunków bakterii należących do 8 rodzajów oraz 14 gatunków grzybów należących do 13 rodzajów. Wśród zidentyfikowanych szczepów bakterii najczęściej izolowano ziarniaki Gram-dodatnie należące do rodzajów *Staphylococcus*, *Kocuria* i *Micrococcus*. Rodzaj *Staphylococcus* reprezentowany był przez 4 gatunki, natomiast *Kocuria* przez 2 gatunki. Szczepy należące do powyższych rodzajów wchodzą w skład naturalnej mikrobioty człowieka, jak również powszechnie występują w środowisku ze-

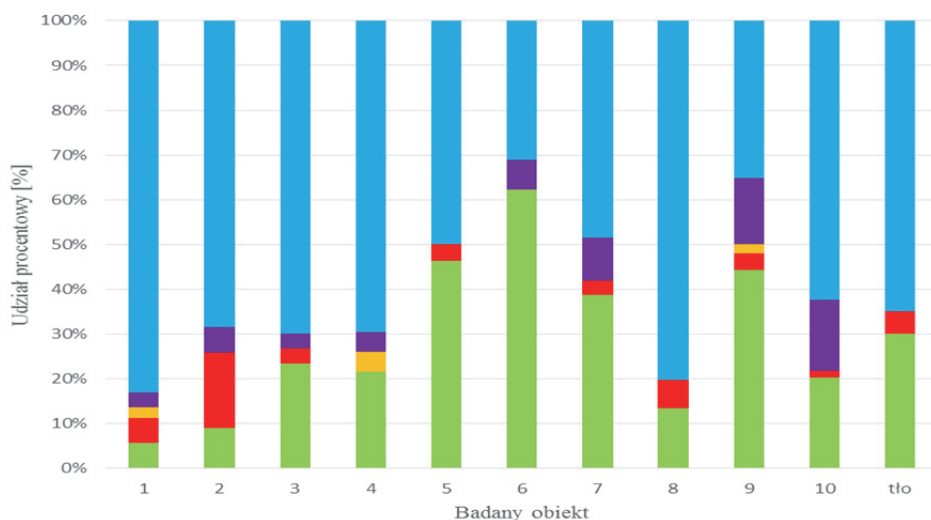
wnętrznym. Zatem ich występowanie w badanym środowisku jest naturalne. Należy jednak pamiętać, że szczepy z rodzaju *Staphylococcus* mogą być niebezpieczne dla osób z obniżoną odpornością i powodować zakażenia (m.in. wsierdza, układu moczowego, ran).

W badanych bioaerozolach stwierdzono również obecność laseczek Gram-dodatnich przetrwalnikujących reprezentowanych przez rodzaj *Bacillus*, w obrębie którego zidentyfikowano 6 gatunków, w tym *Bacillus subtilis* należący według rozporządzenia Ministra Zdrowia „w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki” do grupy 2. zagrożenia (tj. do czynników, które mogą wywoływać chorobę u narażonych pracowników). Enzymy proteolityczne (subtilizyna) wydzielane przez bakterie powyższego gatunku są odpowiedzialne m.in. za wywoływanie chorób o podłożu alergicznym, w tym alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych (AZPP). Na większości stanowisk pomiarowych stwierdzono również obecność pałeczek Gram-ujemnych z gatunku *Burkholderia cepacia*. Bakterie te występują w środowisku naturalnym w wodzie oraz glebie i wykazują długotrwałą przeżywalność w środowiskach wilgotnych. U osób z obniżoną odpornością mogą stać się przyczyną zakażeń np. układu moczowego czy wsierdza. Na trzech stanowiskach pomiarowych (w samolotach Beechcraft: Duke, Muskateer i C90A) stwierdzono również obecność mezofilnych promieniowców z rodzaju *Streptomyces*, należącego do grupy 2. zagrożenia, który uznawany jest za jedną z głównych przyczyn AZPP oraz innych dolegliwości ze strony układu oddechowego. Bakterie te powszechnie występują w środowisku (głównie w glebie i na roślinach), więc ich obecność w badanym środowisku jest zjawiskiem naturalnym.

W samolocie Piper 44 Seminal obecne były również Gram-ujemne pałeczki *Brevundiomonas vesicularis*. Są one gatunkiem charakterystycznym dla środowiska zewnętrznego. Jednak u osób przewlekle chorych z osłabionym systemem odpornościowym mogą powodować zakażenia np. układu moczowego. Bakterie, które bytują w środowisku naturalnym mogą przedostawać się do wnętrza samolotu poprzez instalację wentylacyjną, jak również mogą być przenoszone przez człowieka na powierzchni ubrań, obuwia czy bagażu.

Mikrobiota na badanych stanowiskach została zdominowana przez grzyby pleśniowe. Wśród pleśni dominowały szczepy z rodzajów: *Peni-*

cillium, *Phialemonium*, *Aureobasidium*, *Scopulariopsis* oraz *Aspergillus*. Zidentyfikowane rodzaje pleśni wchodzą w skład naturalnej mikrobioty powietrza i w obserwowanych stężeniach nie stanowią zagrożenia dla osób z prawidłowo funkcjonującym układem odpornościowym. Niemniej jednak grzyby pleśniowe występując w powietrzu nawet w niewielkiej liczebności mogą stać się przyczyną wielu niekorzystnych skutków zdrowotnych, np. chorób o podłożu alergicznym, astmy oskrzelowej, AZPP, alergii skórnych czy podrażnień.



Rys. 1. Udziały procentowe grup mikroorganizmów w stosunku do całości mikrobioty wyizolowanej z próbek powietrza pobranych na badanych stanowiskach pomiarowych. Kolory w kolumnach oznaczają odpowiednio: ■ ziarniki Gram-dodatnie, ■ laseczki Gram-dodatnie wytwarzające przetrwalniki, ■ mezofilne promieniowce, ■ pałeczki Gram-ujemne, ■ grzyby

Fig. 1. Percentage contribution of microorganisms to the whole microbiota isolated from air samples: ■ Gram-positive cocci, ■ Gram-positive bacilli, ■ mesophilic actinomycetes, ■ Gram-negative rods, ■ fungi

Obecność grzybów drożdżoidalnych stwierdzono tylko na dwóch stanowiskach pomiarowych: w samolotach: Beechcraft Baron i C90A. Wśród nich zidentyfikowano przedstawicieli 2 rodzajów: *Cryptococcus* i *Geotrichum*. Grzyby te bytują w środowisku naturalnym na roślinach i w glebie, a do wnętrza samolotu mogą zostać przeniesione na po-

wierzchni bagażu i odzieży. W piśmiennictwie przedmiotu niewiele jest informacji dotyczących mikrobiologicznego zanieczyszczenia kabin samolotów pasażerskich. Dane, które są dostępne odnoszą się wyłącznie do powietrza w samolotach pasażerskich o pułapie powyżej 4,5 km, a więc z hermetyzacją kabiny i odpowiednim dla wysokości przelotowej systemem wentylacyjno-klimatyzacyjnym. Według tychże badań stężenia aerozolu bakteryjnego w kabinie samolotu osiągały do 2290 jtk/m³, przy czym najwyższe stężenia obserwuje w trakcie opuszczania pokładu przez pasażerów (Hocking i Hocking 2005). Wyniki otrzymane w ramach niniejszych badań dla samolotów o pułapie do 4,5 km były niższe, a wyniki pomiarów wynosiły 20-250 jtk/m³.

Jak podaje McKernan i in. (2008) dominującą grupą bakterii w powietrzu na pokładzie samolotów były ziarniaki Gram-dodatnie z rodzajów *Micrococcus* (90-100% całości mikrobioty) i *Staphylococcus* (93-100%), jak również przetrwalnikujące laseczki Gram-dodatnie z rodzaju *Bacillus* (42-74%) oraz pałeczki Gram-ujemne (55-91%). Na pokładzie lekkich samolotów pasażerskich i śmigłowców dominowały grzyby (31,1-83,0%), a w następnej kolejności, podobnie jak w badaniach McKernan i in. (2008), ziarniaki Gram-dodatnie (5,6-62,2%) z rodzaju *Staphylococcus* i *Micrococcus*. Powszechność występowania bakterii z rodzaju *Staphylococcus* jako jednych z najczęściej izolowanych z powierzchni w samolotach pasażerskich, potwierdzają także badania McManus i Kelley (2005).

Wysokie stężenia grzybów w niniejszych badaniach były najprawdopodobniej rezultatem odmiennego typu kabiny pasażerskiej. W badaniach McKernan i in. (2008) przedmiotem badań były samoloty z hermetyzacją kabiny pasażerskiej, natomiast niniejsze badania obejmowały samoloty lekkie z kabiną otwartą, w której następuje swobodna wymiana powietrza z otoczeniem, stąd prawdopodobnie większa zawartość grzybów, które z kolei dominują w powietrzu atmosferycznym. Kolejnymi bakteriami pod względem częstości izolacji były, analogicznie jak w badaniach McKernan i in. (2008), laseczki Gram-dodatnie wytwarzające przetrwalniki i pałeczki Gram-ujemne.

W przypadku grzybów na pokładzie badanych samolotów dominowały pleśnie z rodzajów *Penicillium*, *Aspergillus*, *Phialemonium*, *Aureobasidium* i *Scopulariopsis*. Badania McKernan i in. (2007) również

potwierdzają przewagę pleśni z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus* w powietrzu w samolotach pasażerskich.

Tabela 3. Rodzaje i gatunki bakterii i grzybów wyizolowane z powietrza kabin samolotów

Table 3. Bacterial and fungal genera and species isolated from the air of aircraft cabins

Bakterie	Badany obiekt										
	Beechcraft Duke	Beechcraft Baron	Cesna 177	Beechcraft Muskateer	Beechcraft C90A	Aviat A1 Husky	Piper 44 Seminal	Socata TB9 Tampico	Robinson R4 Raven 2 I	Robinson R4 Raven 2 II	Tlo
Ziarniaki Gram-dodatnie											
<i>Micrococcus</i> spp.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
<i>Staphylococcus</i> spp.	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×
<i>Staphylococcus sciuri</i>					×	×	×	×		×	
<i>Staphylococcus xylosus</i>		×	×								
<i>Staphylococcus lentus</i>							×			×	
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>						×					
<i>Kocuria kristinae</i>	×	×			×	×	×		×	×	×
<i>Kocuria rosea</i>					×	×					×
<i>Kocuria</i> spp.					×						
Laseczki Gram-dodatnie											
<i>Bacillus circulans</i>								×			
<i>Bacillus lentus</i>		×	×								
<i>Bacillus megaterium</i>		×									
<i>Bacillus mycoides</i>		×							×		
<i>Bacillus pumilus</i>		×									
<i>Bacillus subtilis</i> *					×	×	×				×
<i>Brevibacillus</i> spp.	×	×						×			
Palczki Gram-ujemne											
<i>Burkholderia cepacia</i>		×	×	×	×	×	×			×	
<i>Brevundiomonas vesicularis</i>							×				
Mezofilne promieniowce											
<i>Streptomyces</i> spp.*	×			×	×						

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Grzyby	Badany obiekt										
	Beechcraft Duke	Beechcraft Baron	Cesna 177	Beechcraft Muskateer	Beechcraft C90A	Aviat A1 Husky	Piper 44 Seminal	Socata TB9 Tampico	Robinson R44 Raven 2 I	Robinson R44 Raven 2 II	Tło
Grzyby pleśniowe											
<i>Penicillium</i> spp.	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Penicillium discolor</i>		x									
<i>Phialemonium</i> spp.	x	x	x	x	x	x	x		x		
<i>Aureobasidium</i> spp.	x	x	x	x	x		x			x	x
<i>Scopulariopsis</i> spp.	x	x	x	x	x		x		x	x	
<i>Aspergillus</i> spp.	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Alternaria</i> spp.		x				x				x	x
<i>Botrytis cinerea</i>						x		x			x
<i>Acremonium strictum</i>						x					
<i>Acremonium</i> spp.								x			
<i>Aspergillus wentii</i>				x							
<i>Fusarium</i> spp.	x										
<i>Stachybotrys</i> spp.					x						
Grzyby drożdżoidalne											
<i>Cryptococcus albidus</i>					x						
<i>Geotrichum candidum</i>		x									

^{*)} mikroorganizmy zakwalifikowane do grupy 2. zagrożenia według rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22.04.2005 r. (Dz. U. nr 81, poz. 716 ze zm.)

Na wyznaczonych stanowiskach pomiarowych mierzono temperaturę i wilgotność względną powietrza. Temperatura powietrza wahała się od 11,1°C do 15,7°C, natomiast wilgotność od 20% do 45%. Na podsta-

wie wyników korelacji Spearman'a stwierdzono, że temperatura powietrza miała istotny wpływ na stężenie bakterii w powietrzu – wyższa temperatura determinowała większe stężenie bakterii ($r = 0,5$; $p < 0,05$), natomiast nie miała wpływu na stężenie grzybów ($p > 0,05$). Wilgotność względna powietrza nie determinowała w sposób znaczący wielkości obserwowanych stężeń bioaerozoli ($p > 0,05$). Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic pomiędzy parametrami mikroklimatu w badanych samolotach i w próbce tła zewnętrznego ($p > 0,05$), co jest prawdopodobnie wynikiem zastosowanego w badanych samolotach typu kabiny – tzw. kabiny otwartej.

4. Podsumowanie i wnioski

Otrzymane wyniki badań wskazują, że stężenia bakterii i grzybów w powietrzu na pokładzie samolotów były bardzo niskie. Niemniej jednak, nawet takie środowisko nie jest wolne od patogenów. Jak wskazują wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że bioaerozol w kabinach pasażerskich samolotów lekkich może zawierać potencjalnie chorobotwórcze bakterie i grzyby należące do grupy 2. zagrożenia. Bezpośredni kontakt z tymi drobnoustrojami, szczególnie u osób z obniżoną odpornością organizmu może spowodować niekorzystne skutki zdrowotne, w postaci m.in. reakcji alergicznych. Należy jednocześnie podkreślić, iż grzyby pleśniowe występując w powietrzu nawet w niskich stężeniach mogą być przyczyną wielu niekorzystnych skutków zdrowotnych, w tym chorób o podłożu alergicznym, astmy oskrzelowej, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, alergii skórnych czy podrażnień.

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej

Literatura

- Augustyńska, D., Pośniak, M. (2014). *Międzyresortowa Komisja ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy – Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – Wartości dopuszczalne*. Warszawa: CIOP PIB.
- Barnett, J., Payne, R.W. (1986). *Yeast: Characteristic and identification*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Committee on Air Quality in Passenger Cabins of Commercial Aircraft. (2002). *The Airliner Cabin Environment and the Health of Passengers and Crew*. Washington: National Academy Press.
- Domsch, K.H., Gams, W., Anderson, T.H. (1995). *Compendium of soil fungi*. London: Academic Press.
- Dutkiewicz, J. (1978). Exposure to dust-borne bacteria in agriculture. I. Environmental studies. *Archives of Environmental Health*, 33, 250-259.
- Fisher, F., Cook N.B. (1998). *Fundamentals of diagnostic mycology*. Philadelphia: WB Saunders Company.
- Górny, R.L., Cyprowski, M., Ławniczek-Wałczyk, A., Gołofit-Szymczak, M., Zapór, L. (2011). *Biohazards In the indoor environment – a role for threshold values in exposure assessment*. In: Dudzińska (ed.), *Management of Indoor Air Quality*.
- Hocking, M.B., Hocking, D. (2005). *Air Quality in Airplane Cabins and Similar Enclosed Spaces*. Berlin: Springer-Verlag Heidelberg.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Stanley, J.T., Williams, S.T. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Jensen, P.A., Schafer, M.P. (1998). *Sampling and characterization of bioaerosols. NIOSH manual of analytical methods*. Atlanta: National Institute for Occupational Safety and Health.
- Klich, M.A. (2002). *Identification of common Aspergillus species*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Krzyściak, P., Skora, M., Macura, A.B. (2011). *Atlas grzybów chorobotwórczych człowieka*. Wrocław: MedPharm.
- Macher, J. (1999). *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*. [red.]: *Bioaerosols: Assessment and control*. ACGIH, Cincinnati.
- McKernan, L.T., Wallingford, K.M., Hein, M.J., Burge, H., Rogers, C.A., Herrick, R. (2008). Monitoring Microbial Populations on Wide-Body Commercial Passenger Aircraft. *Annals of Occupational Hygiene*, 52(2), 139-149.

- McKernan, L.T., Burge, H., Wallingford, K.M., Hein, M.J., Herrick, R. (2007). Evaluating fungal populations by genera/species on wide body commercial passenger aircraft and in airport terminals. *Annals of Occupational Hygiene*, 51(3), 281-291.
- McManus, C.J., Kelley, S.T. (2005). Molecular survey of aeroplane bacterial contamination. *Journal of Applied Microbiology*, 99, 502-508.
- Pitt, J.I. (2000). *A laboratory guide to common Penicillium species*. North Ryde: Food Science Australia.
- Polska Norma PN-EN 13098 (2007). *Powietrze na stanowiskach pracy – Wytyczne dotyczące pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn*. Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny.
- Samson, R.A., Hoekstra, E.S., Frisvad, J.C. (2004). *Introduction to food- and airborne fungi*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- St-Germain G., Summerbell R. (2011). *Identifying filamentous fungi. A clinical laboratory handbook*. Belmont: Star.

Microbial Agents on Board of Light Passenger Aircrafts

Abstract

Light passenger aircrafts, also known as „air taxis”, are a fast and comfortable way of transport, which becomes more and more popular nowadays. However, there is a lack of publications regarding harmful biological agents in the cabin air of light passenger aircrafts. The aim of the study was a quantitative and qualitative evaluation of microbial contamination of cabin air in eight light passenger aircrafts with open cabin type and two helicopters.

The bioaerosol sampling was carried out with a stationary, volumetric method using MAS-100 NT impactor. The concentration of microorganisms was expressed as CFU/m³. The highest concentration of bacteria was detected in the helicopter Robinson R44 Raven 2 I (175 CFU/m³), while the highest concentration of fungi was detected in the plane model TB9 Socata Tampico (385 CFU/m³). Kruskal-Wallis test did not show any statistically significant difference in the concentration of microorganisms in the air between the tested aircrafts, and between them and the outside background. The predominant groups of microorganisms in bioaerosols were fungi and Gram-positive cocci, which constituted 31.1-83.0% and 5.6-62.2% of the total microbiota, respectively. Sixteen species of bacteria belonging to the 8 types and 14 species of fungi belonging to 13 genera were identified in the samples. The qualitative analysis showed the presence of bacterial and fungal saprophytic strains belonging to the 1. risk group, and species belonging to the 2. risk group (*Bacillus subtilis*, *Streptomyces* spp.).

Taking into account the influence of temperature and relative humidity on the concentration of bacteria and fungi in the air, it was observed that the higher temperature determined the higher concentration of bacteria, but there was no such relationship concerning fungi. Relative humidity did not significantly determine the concentration of bioaerosols. Our results indicate that the concentrations of bacteria and fungi in the cabin air were very low. However, even such an environment cannot be considered as free from pathogens. As shown by the results, the bioaerosols in the cabin air of light passenger aircrafts may contain potentially pathogenic bacteria and fungi belonging to the 2. risk group.

However, bioaerosols may contain potentially pathogenic bacteria and fungi belonging to the 2. risk group. Direct contact with the afore-mentioned microorganisms, especially in the case of people with weakened immunity systems, can cause adverse health effects, as well as allergic reactions.

Słowa kluczowe:

lekkie samoloty pasażerskie, zanieczyszczenie powietrza, bakterie, grzyby, bioaerozol

Keywords:

light passenger aircrafts, air contamination, bacteria, fungi, bioaerosol