

Mikrobiologiczno- -mykologiczne zanieczyszczenia powietrza w wybranych pomieszczeniach PWSZ w Wałbrzychu

Microbiological and mycological air contamination in selected rooms in PWSZ in Wałbrzych buildings

| WSTĘP

Według wielu badaczy [1-3] przyczyną złego samopoczucia i problemów zdrowotnych są najczęściej drobnoustroje obecne w bezpośrednim otoczeniu człowieka. Dorosły człowiek w pomieszczeniu zamkniętym spędza średnio 80% czasu. Dlatego jakość powietrza w budynkach oraz kumulacja różnego rodzaju związków organicznych i nieorganicznych o pochodzeniu bakteryjnym i grzybowym mają bardzo duży wpływ na nasze zdrowie [4].

Problem biologicznego zanieczyszczenia powietrza był niejednokrotnie poruszany w literaturze naukowej [5, 6]. Wciąż jednak brakuje opracowania ukazującego stan jakościowy powietrza w warunkach normalnych oraz podczas wykonywania zabiegów w salach dydaktycznych (zabiegowych) przeznaczonych dla studentów kosmetologii.

| CEL

Celem pracy było określenie poziomu zanieczyszczenia mikrobiologiczno-mykologicznego powietrza

**Marta Sikora,
Kinga Plewa-Tutaj**
Instytut Zdrowia
Państwowa Wyższa Szkoła
Zawodowa im. Angelusa
Silesiusa, ul. Zamkowa 4
58-300 Wałbrzych

M: +48 605 046 591
E: sikora.marta92@gmail.com

» 100

| STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono badania, których celem była porównawcza i ilościowa analiza mikrobiologiczno-mykologiczna powietrza wykonana metodą sedimentacyjną Kocha, w dwóch wybranych pomieszczeniach (sala zabiegowa, korytarz) budynku Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Wałbrzychu. Próbkę powietrza pobierane były w trzech punktach pomiarowych, trzy razy dziennie: w godzinach porannych przed rozpoczęciem zajęć, w trakcie zajęć oraz w godzinach wieczornych, po zakończonych zajęciach dydaktycznych. Zmierzone stężenia bioaerozolu bakteryjnego były różne, zawierały się w zakresach 0-943,99 jtk/m³ w sali zabiegowej i 0-865,32 jtk/m³ na korytarzu. Najwyższa podana wartość była prawie sześciokrotnie mniejsza od proponowanej przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN normy (5000 CFU/m³). Koncentracja bioaerozolu grzybowego wahała się w zakresach 26,22-524,44 jtk/m³ w sali zabiegowej i 26,22-209,77 jtk/m³ na korytarzu. Wśród wyizolowanych z powietrza grzybów pleśniowych dominującym było *Cladosporium* sp. Stwierdzono także obecność potencjalnie chorobotwórczych i silnie alergizujących grzybów z rodzajów *Penicillium* sp. i *Aspergillus* sp.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia powietrza, bioaerozol bakteryjny, bioaerozol grzybowy, alergia

| ABSTRACT

*The aim of this study was comparative and quantitative microbiological and mycological analysis of air contamination using Koch's method in two selected rooms (operating room, corridor) in The Angelus Silesius State School of Higher Vocational Education in Wałbrzych building. The air samples were selected in three measuring points, three times per day: on the morning before of the beginning the classes, during the classes and in the evening, after the end of the classes. The measured concentrations of the bacterial bioaerosol were different, from 0 to 943,99 CFU/m³ in operating room and from 0 to 865,32 CFU/m³ on the corridor. The highest given value was almost six time lower than the value proposed by the "Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NDN" (5000 CFU/m³). The concentration of fungal bioaerosol was hesitating from 26,22-524,44 CFU/m³ in the operating room and from 26,22-209,77 CFU/m³ in the corridor. Among the mold isolated from the air the dominant was *Cladosporium* sp. There were also present potential pathogenic and allergy fungi causing: *Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp.*

Key words: argan oil, argan tree, tocopherols, polypherols, Hamman

otrzymano / received

24.05.2014

poprawiono / corrected

28.06.2014

zaakceptowano / accepted

17.08.2014

w pomieszczeniu zabiegowym i korytarzu należących do Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej (PWSZ) im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu, w których pracownicy i studenci przebywają przez wiele godzin dziennie. Przypuszcza się, że wykonywane zabiegi (m.in. pedikur,

manikur, w których dochodzi do usunięcia obumarłego naskórka, a tym samym wzbogacenia powietrza o dodatkowe materiały biologiczne) mogą wywierać wpływ na jakość powietrza, które bezpośrednio może oddziaływać na zdrowie i samopoczucie osób tam pracujących oraz uczących się.

I MATERIAŁ I METODY

Badanie zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza przeprowadzono w marcu 2014 roku na terenie budynku B PWSZ im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu. Próbkę powietrza pobrano w sali dydaktycznej – zabiegowej – oraz na korytarzu. Pomieszczenia zaopatrzone są w system wentylacyjny. W sali zabiegowej znajduje się 11 stanowisk pracy oraz maszyny, przyrządy i materiały wykorzystywane przez studentów kosmologii.

Materiał potrzebny do badań mikrobiologicznych, tj. komórki bakterii, zarodniki grzybów znajdujące się w powietrzu, pobierano na płytki Petriego, z odpowiednią pożywką, które umieszczano na wysokości 1,3 m od podłogi, w trzech punktach pomiarowych. Wykonano trzy sesje pomiarowe tego samego dnia: pierwszą w godzinach porannych (bezpośrednio przed rozpoczęciem zajęć dydaktycznych), drugą w trakcie odbywających się zajęć oraz trzecią pod koniec dnia. Do poboru próbek wykorzystano metodę sedimentacyjną Kocha. Na podstawie liczby wyrosłych na płytkach kolonii można określić liczbę drobnoustrojów w powietrzu wyrażoną jednostką jtk/m³ (*colony forming units*), zgodnie ze wzorem [7]:

$$x = \frac{a \times 5 \times 10^4}{\pi r^2 \times t}$$

gdzie: **x** - liczba mikroorganizmów w powietrzu (w jtk/m³),

a - liczba kolonii wyrosłych na płytce Petriego,

πr² - pole powierzchni płytki Petriego (w cm²),

t - czas ekspozycji (w min).

Zakres badań mikrobiologicznych obejmował ilościowe oznaczenie liczby: bakterii mezofilnych (bakterii saprofitycznych i pasożytniczych) na agarze odżywczym i agarze krwawym, gronkowców mannitolu-dodatnich i mannitolu-ujemnych na podłożu Chapmana, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* na podłożu MacConkeya wyrosłych w temperaturze 37 °C po 24-48 godzinach inkubacji, jak również oznaczenie liczby grzybów pleśniowych na podłożu Sabourauda z dodatkiem chloramfenikolu, wyrosłych w temperaturze 25 °C po 3-5 dniach inkubacji. Identyfikacja grzybów pleśniowych oparta była na określeniu makromorfologii kolonii, a także na ocenie preparatów mikroskopowych sporządzonych z losowo wybranych, dominujących kolonii.

Identyfikację grzybów pleśniowych do rodzaju przeprowadzono za pomocą użyciu atlasu *Food and indoor fungi* [8].

I WYNIKI

Największe zanieczyszczenie bakteryjne stwierdzono w sali zabiegowej podczas pierwszego pomiaru, gdzie liczba jednostek formujących kolonie bakterii wynosiła 943,99 jtk/m³. Najmniej jednostek określających ilość mikroorganizmów w badanym materiale można było zaobserwować w trakcie drugiego pomiaru na korytarzu oraz w czasie trzeciego pomiaru w sali zabiegowej, gdzie ich wartość wynosiła po 26,22 jtk/m³. Stężenie flory bakteryjnej podczas poszczególnych prób i w odpowiednich pomieszczeniach przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Dominującą grupą bakterii były bakterie Gram-dodatnie, które w obrazie mikroskopowym określone zostały jako formy kuliste układające się w grona, pakietowce, dwinki i tetrazy. Z grupy bakterii Gram-ujemnych wyizolowano zaledwie dwa szczepy z próbek pobranych z korytarza. Na podłożu agarowym z krwią stwierdzono także występowanie silnie zaznaczonej strefy hemolizy.

Wyizolowano łącznie 4 gatunki grzybów, z których dominującym był rodzaj *Cladosporium*, stanowiący 60% wszystkich wyrosłych grzybów. Stwierdzono także obecność grzybów z gatunku *Aspergillus*, *Penicillium* oraz *Mycelia Sterilia*. Stężenie flory grzybowej wahało się w zakresie 26,22-524,44 jtk/m³ (Fot. 1).

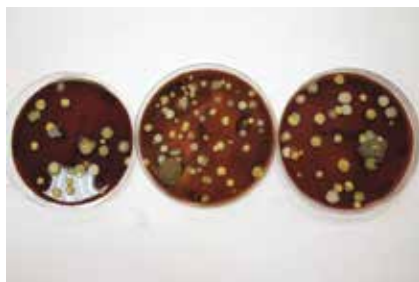
Większy wzrost i różnorodność grzybów zaobserwowano na płytkach pochodzących z korytarza – wyłącznie z tego pomieszczenia wyodrębniono rodzaj *Penicillium*.

I DYSKUSJA

Według norm opracowanych przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (NDS i NDN) w pomieszczeniach użyteczności publicznej dopuszczalne stężenia bioaerozolu bakteryjnego



Fot. 1 Wzrost grzybów pleśniowych na podłożu Sabourauda – *Cladosporium* sp.



Fot. 2 Wzrost bakterii na podłożu krwawym

(bakterie mezofilne) i grzybowego nie powinny przekraczać wartości 5000 CFU/m³. Najwyższe stwierdzone w badaniach własnych stężenie bioaerozolu bakteryjnego (bakterii mezofilnych) wynosiło 865,32 jtk/m³, prawie sześciokrotnie niższe, niż przewiduje norma. Najwyższe stężenie bioaerozolu grzybowego wynoszące 524,44 jtk/m³ również nie przekraczało ustalonych norm.

Podczas drugiego pomiaru nastąpił spadek liczby drobnoustrojów w sali zabiegowej, co może być skutkiem obecności w pomieszczeniu ludzi tworzących zawirowania powietrza, które utrudniają opadanie mikroorganizmów na odsłonięte płytki Petriego. Można więc powiedzieć, że metoda płytkowa Kocha jest niedokładna i stosowana tylko w celu orientacyjnego wyrażenia liczby drobnoustrojów. Pomimo stabilizacji zawirowań powietrza w czasie trzeciego pomiaru lekki wzrost mikroorganizmów można tłumaczyć napływem nowych drobnoustrojów podczas wietrzenia pomieszczenia.

Jak podaje Libudzisz i wsp. [9], w pomieszczeniach zamkniętych przeważającą mikroflorą zanieczyszczającą powietrze jest mikroflora saprofityczna. Jednymi z najczęściej występujących bakterii są bakterie należące do rodzaju *Micrococcus* (ponad 42% izolatów), *Staphylococcus* (38,8%), *Bacillus* (10%), które stanowią ok. 68-80% wszystkich drobnoustrojów. W badaniach własnych najczęściej wyizolowanych bakterii miało kształt tetrady, co z kolei skłania ku wnioskowi, że mogą to być bakterie z rodzaju *Micrococcus*.

Brak jakiegokolwiek wzrostu na podłożu MacConkeya wyklucza obecność w powietrzu bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Można to tłumaczyć nieobecnością w pobliżu badanych obiektów toalet i pomieszczeń gospodarczych. Dominującą grupą bakterii, występującą w pomieszczeniach użyteczności publicznej, są Gram-dodatnie ziarniaki. Warto także zaznaczyć, że na zahamowanie wzrostu drobnoustrojów na podłożu MacConkeya mógł mieć wpływ jego skład i wybiórczo-różnicujące właściwości. Zawarty w składzie fiolet krystaliczny oraz dezoksyocholan sodu hamują wzrost bakterii Gram-dodatnich. Ze względu na bardzo bogaty skład podłoża agarowego z dodatkiem krwi baraniej największy i najbardziej zróżnicowany wzrost bakterii zaobserwowano na podłożu krwawym (Fot. 2). Występująca na tym podłożu strefa hemolizy wokół licznych dużych, białawych kolonii może świadczyć o obecności *Staphylococcus aureus*, czyli gronkowca złocistego.

Skład jakościowy w mikroflorze złożonej z grzybów był różny w zależności od czasu pomiaru. W badaniach własnych dominującym gatunkiem zarówno w sali zabiegowej, jak i na korytarzu był gatunek *Cladosporium* sp., którego stężenie rosło w ciągu dnia. Podczas pomiaru pierwszego na korytarzu w godzinach porannych można było zaobserwować obecność *Penicillium*. Po skończonych zajęciach oprócz *Cladosporium* sp. wyizolowano także w dużym stężeniu zarodniki z gatunku *Aspergillus* sp. Według Wójcik-Stopczyńskiej [10] migracja ze środowiska zewnętrznego jest głównym źródłem

Tabela 1 Ocena zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza badanej sali zabiegowej

Lp.	Rodzaj pomiaru	Pomiar I przed rozpoczęciem zajęć	Pomiar II w trakcie zajęć	Pomiar III po skończonych zajęciach
	Rodzaj podłoża			
1	Agar odżywczy	655,55 jtk/m ³	367,11 jtk/m ³	78,66 jtk/m ³
		471,99 jtk/m ³	104,89 jtk/m ³	26,22 jtk/m ³
		629,33 jtk/m ³	-	183,55 jtk/m ³
2	Podłoże Chapmana	209,77 jtk/m ³	183,55 jtk/m ³	131,11 jtk/m ³
		209,77 jtk/m ³	52,44 jtk/m ³	78,66 jtk/m ³
		209,77 jtk/m ³	52,44 jtk/m ³	78,66 jtk/m ³
3	Podłoże MacConkeya	-	-	-
4	Agar z dodatkiem 5% baraniej krwi	943,99 jtk/m ³	367,11 jtk/m ³	524,44 jtk/m ³

Tabela 2 Ocena zanieczyszczeń mikrobiologicznych powietrza badanego korytarza

Lp.	Rodzaj pomiaru	Pomiar I przed rozpoczęciem zajęć	Pomiar II w trakcie zajęć	Pomiar III po skończonych zajęciach
	Rodzaj podłoża			
1	Agar odżywczy	865,32 jtk/m ³	183,55 jtk/m ³	26,22 jtk/m ³
		340,88 jtk/m ³	52,44 jtk/m ³	131,11 jtk/m ³
		498,22 jtk/m ³	104,89 jtk/m ³	314,66 jtk/m ³
2	Podłoże Chapmana	235,99 jtk/m ³	131,11 jtk/m ³	52,44 jtk/m ³
		209,77 jtk/m ³	26,22 jtk/m ³	131,11 jtk/m ³
		288,44 jtk/m ³	52,44 jtk/m ³	78,66 jtk/m ³
3	Podłoże MacConkeya	-	-	-
4	Agar z dodatkiem 5% baraniej krwi	288,44 jtk/m ³	629,33 jtk/m ³	419,55 jtk/m ³

obecności grzybów w powietrzu wewnętrznym. Mimo że stężenia grzybów zgodnie z przyjętymi wartościami normatywnymi były bardzo niskie, nie można wykluczyć wpływu tej grupy drobnoustrojów na zdrowie ludzi. W pewnych przypadkach wszystkie szczepy grzybowe mogą wywołać mikozyzy w organizmie człowieka.

I PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań czystości powietrza wewnętrznego można stwierdzić, że stopień skażenia mikrobiologiczno-mykologicznego powietrza w pomieszczeniach należących do Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu mieści się w granicach norm opracowanych przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy (NDS i NDN). Dominującą mikroflorą bakteryjną stanowiły Gram-dodatnie ziarniaki, przyjmujące formę tetrad. W obu pomieszczeniach wyizolowano z powietrza podobny skład rodzajowy grzybów pleśniowych. Łącznie oznaczono trzy rodzaje (*Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*), grupę *Mycelia Sterilia* oraz młode kolonie. Dominującym grzybem pleśniowym było *Cladosporium*. Stężenie flory bakteryjnej w ciągu dnia było zróżnicowane. Najwyższe można było

zaobserwować w godzinach porannych, w godzinach popołudniowych stężenie wykazywało tendencję malejącą, co mogło być związane z zawirowaniami powietrza.

I LITERATURA

1. A. Buczyńska, M. Cyprowski, M. Piotrowska, I. Szadkowska-Stańczyk: *Grzyby pleśniowe w powietrzu pomieszczeń biurowych – wyniki interwencji środowiskowej*, Medycyna Pracy, 58(6), 2007, 521-525.
2. A. Harkawy, R.L. Górny, L. Ogierman, A. Wlazło, A. Ławniczek-Wałczyk, A. Niesler: *Bioaerosol assessment in naturaly ventilated historical library building with restricted personnel access*, Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 18(2), 2011, 323-329.
3. A. Kalwasińska, A. Burkowska, I. Wilk: *Microbial air contamination in indoor environment of a university library*, Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 19(1), 2012, 25-29.
4. B. Zabiegała: *Jakość powietrza wewnętrznego – lotne związki organiczne jako wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego*, III Ogólnopolski Kongres Inżynierii Środowiska, 2(33), 2009.
5. M. Filipiak, A. Piotraszewska-Pająk, M. Stryjakowska-Sekulska, A. Stach, W. Siłny: *Mikroflora powietrza wokół i wewnątrz budynków dydaktycznych wyższej uczelni w Poznaniu*, PDiA, 21(3), 2004, 121-127.
6. A. Wiejak: *Ocena stopnia skażenia powietrza zarodnikami grzybów pleśniowych jako istotny czynnik ekspertyzy mikologicznej*, Prace Instytutu Techniki Budowlanej – kwartalnik Building Research Institute, 3(159), 2011.
7. B. Kołwzan, W. Adamiak, K. Grabas, A. Pawełczyk: *Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
8. R.A. Samson, J. Houbraeken, J.C. Frisvad, U. Thrane, B. Andersen: *Food and Indoor fungi*, CBS Laboratory Manual series 2, 2010, 390.
9. Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowska: *Mikrobiologia techniczna, tom I. Mikroorganizmy i środowisko ich występowania*, WN PWN, Warszawa, 2007, 231.
10. B. Wójcik-Stopczyńska: *Stan mikrobiologiczny powietrza w obiekcie „Małej Gastronomii”*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 57(1), 2006, 9-16.