

Jadwiga Marczevska

Bezpieczeństwo biologiczne pracy w laboratorium mikrobiologicznym – ochrona pracownika

Biosecurity in microbiological laboratory work – protection of the worker

Z Zakładu Biochemii i Biofarmaceutyków Narodowego Instytutu Leków w Warszawie

STRESZCZENIE

Z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej zaczęło nas obowiązywać ustawodawstwo unijne, także w zakresie bezpieczeństwa pracowników. Pracownicy laboratoriów mikrobiologicznych stanowią grupę pracowników, która w sposób zamierzony lub niezamierzony jest narażona na szerokie spektrum szkodliwych czynników biologicznych, związane z możliwością uwolnienia, przeniknięcia mikroorganizmu do otoczenia i spowodowania zakażenia człowieka. Aby uniknąć ryzyka mikrobiologicznego, konieczne jest zapewnienie bezpiecznych warunków pracy. Na pracodawcach spoczywa obowiązek dokonywania oceny zagrożeń biologicznych w miejscu pracy oraz wdrażania, na podstawie oceny ryzyka, odpowiednich środków zapobiegawczych mających na celu ochronę pracowników.

Słowa kluczowe: ryzyko mikrobiologiczne, szkodliwe czynniki biologiczne, poziom bezpieczeństwa biologicznego.

ABSTRACT

With the Polish entry into the European Union we began to apply EU legislation, including the safety of workers. The staff of microbiology laboratories are a group of employees who, intentionally or unintentionally is exposed to a broad spectrum of harmful biological agents associated with the possibility of release, penetration of the microorganism to the environment and cause human infection. To avoid the risk of microbial it is necessary to ensure safe working conditions. It is incumbent on the employers to assess biological hazards in the workplace and implement a risk assessment appropriate preventive measures to protect workers from biological hazards.

Key words: the risk of microbiological, biological agents, biosafety level

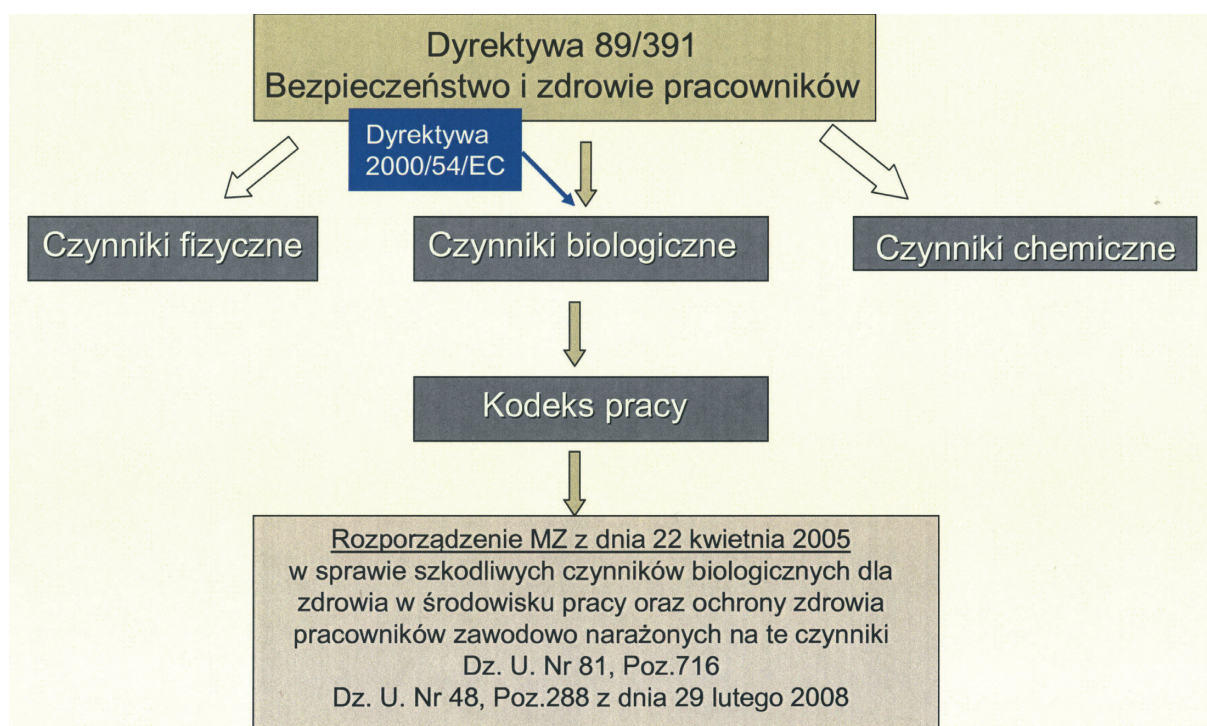
Z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej zaczęło nas obowiązywać ustawodawstwo unijne, także w zakresie bezpieczeństwa pracowników.

Podstawowym europejskim aktem prawnym dotyczącym bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy jest Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 roku wraz z Dyrektywą 2000/54/EC dotyczącą czynników biologicznych. Przygotowane przez Ministra Zdrowia Rozporządzenie z dnia 22 kwietnia 2005 roku, zrównało narażenie na czynniki biologiczne, z czynnikami chemicznymi i fizycznymi. Tym samym została zapełniona luka dotyczącą wymagań bezpieczeństwa biologicznego pracowników zatrudnionych w laborato-

riach mikrobiologicznych zarówno przemysłowych, jak i klinicznych [1-4].

W kwietniu 2005 roku weszło w życie Rozporządzenie MZ w sprawie szkodliwych czynników biologicznych w środowisku pracy, jako delegacja z Kodeksu pracy z części dotyczącej narażenia na czynniki biologiczne [5]. Ryc.1

Pracownicy laboratoriów mikrobiologicznych stanowią grupę pracowników, która w sposób zamierzony lub niezamierzony jest narażona na szerokie spektrum szkodliwych czynników biologicznych. Czynniki biologiczne, w ujęciu narażenia na nie pracowników, zgodnie z unijną dyrektywą i polskim aktem praw-



Ryc.1 Prawo unijne i krajowe w odniesieniu do czynników biologicznych

Fig. 1 EU and national law in relation to biological agents

nym, to szkodliwe czynniki biologiczne mogące być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia. Szkodliwymi czynnikami biologicznymi mogą być: drobnoustroje komórkowe, w tym zmodyfikowane genetycznie, jednostki bezkomórkowe zdolne do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego, w tym zmodyfikowanego genetycznie, hodowle komórkowe, pasożyty wewnętrzne człowieka [4, 6].

Jako szkodliwe czynniki biologiczne w środowisku pracy definiuje się te mikroorganizmy oraz wytwarzane przez nie struktury i substancje, które oddziałują negatywnie na organizm człowieka w czasie pracy i mogą być przyczyną chorób zawodowych. Stopień narażenia na te czynniki zależy od: wirulencji drobnoustrojów, stopnia ciężkości choroby, którą mogą wywołać u pracownika, zdolności przetrwania w środowisku, dawki infekcyjnej oraz dróg przenoszenia. Stopień narażenia na czynniki biologiczne zależy również od sytuacji epidemiologicznej w kraju, indywidualnej reakcji pracownika i dostępności do profilaktyki i leczenia [6].

Czynniki biologiczne wykazują specyfikę działania polegającą na braku stałej zależności pomiędzy ich stężeniem, czasem kontaktu a odpowiedzią organizmu. Ciągła zmienność drobnoustrojów chorobotwórczych jest przyczyną, z powodu której w przypadku większości czynników biologicznych nie można ustalić bezpiecznego poziomu narażenia, tj. poziomu, poniżej którego nie obserwuje się występowania negatywnych skutków zdrowotnych, dlatego niemożliwe jest ustalenie dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego [6–8].

Pracownicy laboratoriów mikrobiologicznych narażeni są na ryzyko mikrobiologiczne związane z możliwością uwolnienia, przeniknięcia mikroorganizmu do otoczenia i spowodowania zakażenia człowieka, bowiem szkodliwe czynniki biologiczne najczęściej występują jako składniki bioaerozoli. Aby uniknąć ryzyka mikrobiologicznego, konieczne jest zapewnienie bezpiecznych warunków pracy, czyli przestrzegania zasad Dobrych Technik Mikrobiologicznych (DTM), które dotyczą wyposażenia laboratorium w odpowiedni sprzęt, stosowania odpowiednich technik laboratoryjnych oraz świadomego przestrzegania zasad bezpiecznej pracy z mikroorganizmami [9].

Techniki laboratoryjne i odpowiednie wyposażenie stanowią tzw. ochronę pierwotną zarówno personelu, jak i środowiska laboratorium. Ochronę wtórną zabezpieczenia środowiska laboratorium stanowi odpowiednio zaprojektowane laboratorium oraz opracowanie procedur postępowania, np. utylizacji materiału po badaniach czy postępowania w przypadku niekontrolowanego wydostania się materiału biologicznego z miejsca pracy.

Ścisłe przestrzeganie procedur i technik laboratoryjnych, świadomość potencjalnych zagrożeń dla osób pracujących z materiałem potencjalnie zakaźnym, jak również odpowiednie przeszkolenie należy do najważniejszych elementów ochrony. Ważne jest przygotowanie odpowiednich dla laboratorium instrukcji bezpieczeństwa, które identyfikują zagrożenie, określają sposób działania w celu zminimalizowania lub wyeliminowania narażenia. Przy ocenie ryzyka



Ryc. 2. Wzór znaku ostrzegającego przed zagrożeniem biologicznym [wg 3] Piktogram powinien być koloru czarnego na żółtopomarańczowym tle, w formie trójkąta.
Fig. 2. Pattern of the symbol warning against biohazards [3] Pictogram shall be black on a yellow-orange background, in the form of a triangle.

związanego z pracą z konkretnymi drobnoustrojami należy uwzględnić możliwość zabezpieczenia laboratorium przez odpowiedni udział elementów ochrony pierwotnej i wtórnej. Na pracodawcach spoczywa obowiązek dokonywania oceny zagrożeń biologicznych w miejscu pracy oraz wdrażania na podstawie oceny ryzyka odpowiednich środków zapobiegawczych mających na celu ochronę pracowników przed zagrożeniami biologicznymi w miejscu pracy.

Poziomy Bezpieczeństwa Biologicznego

CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) zaakceptował i wprowadził podział na tzw. poziomy bezpieczeństwa biologicznego (*Biosafety Level – BSL*). Podział dotyczy jednostek, które pracują lub kontaktują się z określonymi biologicznymi czynnikami chorobotwórczymi lub, które powinny zachować izolację ochronną od określonych drobnoustrojów. Zostały wprowadzone cztery poziomy bezpieczeństwa biologicznego od BSL-1 do BSL-4, które jednocześnie warunkują zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń oraz procedur czyszczenia i dezynfekcji [10, 11].

Poziom bezpieczeństwa biologicznego – 1 (BSL-1)

Poziom 1 dotyczy laboratoriów, w których prowadzi się prace z drobnoustrojami, o których wiadomo, że w normalnych warunkach nie wywołują chorób u zdrowych, dorosłych ludzi. Na tym poziomie bezpieczeństwa wymagany jest podstawowy poziom ochrony, czyli standardowe działania mikrobiologiczne bez stosowania specjalnych pierwotnych lub wtórnych barier. Bezpieczeństwo pracy jest zapewnione przez stosowanie

podstawowych procesów czyszczenia i standardowych technik higienicznych.

Poziom bezpieczeństwa biologicznego – 2 (BSL-2)

Dotyczy działań zabezpieczających laboratoria, w których badane są czynniki umiarkowanego ryzyka zakażenia, związane z chorobami o różnej ciężkości, wywołanej przez drobnoustroje u ludzi z niedoborami układu odpornościowego. BSL-2 jest właściwy dla pracy z krwią ludzką, płynami ustrojowymi, tkankami i pierwotnymi liniami komórkowymi, gdzie obecność czynnika zakaźnego może być nieznana. Podstawowe zagrożenie personelu pracującego z tymi czynnikami jest związane z ich przypadkowym wtargnięciem przez uszkodzoną skórę. Na tym poziomie bezpieczeństwa biologicznego rutynowo pracuje się z mikroorganizmami, które nie są przenoszone drogą powietrzną.

BSL-2 wymaga zwiększonego rygoru higieniczno – sanitarnego:

- Wszystkie prace laboratoryjne należy wykonywać w komorach laminarnych najlepiej klasy II lub w specjalnych zamkniętych urządzeniach np. izolatorach.
- Ochrona twarzy (gogle, maski, osłona twarzy) jest stosowana jako zabezpieczenie przed przewidywanym rozpryskiem materiału zakaźnego lub innych niebezpiecznych materiałów, gdy praca jest wykonywana poza komorą bezpieczeństwa biologicznego.
- Należy stosować ochronne fartuchy laboratoryjne lub inne uniformy przeznaczone do pracy.
- Ubrania ochronne należy zdejmować i pozostawiać w laboratorium przed przejściem do pomieszczeń nielaboratoryjnych, takich jak: stołówki, biblioteka, biura administracji.
- Ubrania ochronne jednorazowe są odpowiednio utylizowane.
- Ubrania ochronne wielokrotnego stosowania są prane przez odpowiednią instytucję. Nigdy nie mogą być zabierane do domu przez personel.
- Rękawiczki należy nosić, gdy ręce mogą wejść w kontakt z materiałem zakaźnym, zakażonymi powierzchniami lub wyposażeniem.
- Jednorazowe rękawiczki nie mogą być myte, używane ponownie lub wykorzystywane do dotyknięcia czystych powierzchni, np.: telefonu, klawiatury i nie można ich nosić poza laboratorium. Po zdjęciu rękawiczek ręce należy umyć.

Wymagane jest, aby już laboratoria zaliczane do BSL – 2 były oznakowane znakiem biologicznego zagrożenia [3]. Ryc. 2.

Poziom bezpieczeństwa biologicznego – 3 (BSL-3)

Dotyczy laboratoriów, w których wykonywana jest praca z rodzimymi lub egzotycznymi czynnikami mogącymi się przenosić drogą powietrzną i wywoływać poważne, a nawet śmiertelne zakażenie. Na tym poziomie bezpieczeństwa istnieje potencjalne zagrożenie kontaktem z drobnoustrojami wywołującymi groźne

Tabela 1. Zestawienie grup ryzyka biologicznego i hermetyczności laboratoriów [wg 9]

Grupa ryzyka	Stopień hermetyczności – wyposażenie	Przykłady mikroorganizmów
I Małe ryzyko indywidualne i środowiskowe	– podstawowe	Drobnoustroje o małym zagrożeniu dla człowieka i środowiska
II Umiarkowane ryzyko indywidualne i ograniczone ryzyko społeczne, środowiskowe	2 podstawowe z komorami mikrobiologicznymi	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i>
III Duże ryzyko indywidualne, niskie ryzyko środowiskowe	3 wyposażenie specjalistyczne	<i>Brucella sp.</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella paratyphi</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , wirus HIV
IV Duże ryzyko indywidualne i środowiskowe	4 maksymalne zabezpieczenie w laboratoryjne wyposażenie i środki ochrony	Wirus: Ebola, Wirus Kongo, Wirus gorączki Lassa

choroby. W celu ochrony personelu zatrudnionego w laboratorium oraz środowiska badań, kładzie się nacisk na pierwotne i wtórne bariery ochronne. Laboratorium jest specjalnie zaprojektowane i wyposażone, a wtórne bariery obejmują kontrolowany dostęp do laboratorium. Wejście do pomieszczeń laboratorium odbywa się przez służby powietrzne. Wymagane są wydzielone pomieszczenia do przeprowadzania odpowiednich procedur badawczych. Powietrze do pomieszczeń laboratoryjnych powinno być dostarczane przez wentylację mechaniczną, która minimalizuje wpływ zakaźnych aerozoli z laboratorium. Wszystkie procedury związane z czynnościami wykonywanymi z materiałem zakaźnym wykonuje się w komorach bezpieczeństwa biologicznego z laminarnym przepływem powietrza klasy II lub zamkniętych klasy III. Pracownicy powinni nosić odzież ochronną zapinaną z tyłu. Ubiory chirurgiczne lub kombinezony na całe ciało należy nosić wyłącznie w pracowni. Odzież wielokrotnego użytku jest odkazana przed praniem. Jest wskazana częsta zmiana rękawiczek połączona z myciem rąk. Zabronione jest ponownie używanie rękawiczek jednorazowych.

Poziom bezpieczeństwa biologicznego – 4 (BSL-4)

Obejmuje działania dotyczące wyposażenia i pomieszczeń laboratoriów klinicznych, diagnostycznych, szkoleniowych i badawczych, w których wykonywana jest praca z niebezpiecznymi rodzimymi lub egzotycznymi czynnikami, stwarzającymi wysokie indywidualne ryzyko choroby zagrażającej życiu. Czynniki te mogą być przenoszone drogą powietrzną i w obecnej chwili nie są dostępne odpowiednie, skuteczne szczepionki jak i skuteczna profilaktyka i leczenie. Zasadniczymi zagrożeniami dla personelu pracującego z czynnikami zakaźnymi wymagającymi poziomu BSL-4 jest narażenie na zakaźne aerozole, kontakt z błonami śluzowymi lub przez uszkodzoną skórę. Pełną izolację pracownika od materiału zakaźnego w postaci aerozolu można uzyskać pracując w zamkniętej komorze III klasy bezpieczeństwa

Table 1. Summary of the risk groups and containment of the biological laboratories [9]

biologicznego lub w szczelnym kombinezonie ciśnieniowym zakrywającym całe ciało.

Klasyfikacja szkodliwych czynników biologicznych

W celu właściwej ochrony pracownika w miejscu pracy powinno zostać określone ryzyko związane z pracą z czynnikami biologicznymi.

Zgodnie z dyrektywą unijną 2000/54/WE i Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. jedynym kryterium określenia grupy ryzyka (zagrożenia) czynników biologicznych jest zdolność wywołania chorób zakaźnych. Na tej podstawie wyodrębniono 4 grupy ryzyka (zagrożenia) [3, 10, 12].

- Grupa 1. Czynniki biologiczne zaliczane do grupy 1 zagrożenia nie wywołują schorzeń u ludzi.
- Grupa 2. Czynniki biologiczne zaliczane do grupy 2 ryzyka, mogą być przyczyną schorzeń u ludzi i stanowić zagrożenie dla pracowników. Jednak prawdopodobieństwo szerzenia się w populacji jest niskie ze względu na dostępność skutecznych metod profilaktyki i/lub leczenia.
- Grupa 3. Do grupy 3 ryzyka należą czynniki biologiczne, które mogą wywołać ciężkie schorzenia u ludzi i stanowią poważne zagrożenie dla pracowników. Istnieje ryzyko szerzenia się w populacji, ale także istnieją skuteczne metody działań profilaktycznych oraz leczenia.
- Grupa 4. Zgodnie z klasyfikacją przedstawioną w akcie prawnym do grupy 4 zagrożenia należą drobnoustroje wywołujące ciężkie schorzenia u ludzi i stanowiące poważne zagrożenie dla pracowników. Drobnoustroje należące do tej grupy ryzyka mogą rozprzestrzeniać się w populacji i nie jest możliwa w stosunku do nich skuteczna profilaktyka i leczenie. Rozporządzenie MZ z dnia 22 kwietnia 2005 r. zawiera wykaz szkodliwych czynników biologicznych zakwalifikowanych do odpowiednich grup ryzyka.

Tabela 2. Wymagania dla laboratoriów mikrobiologicznych, zależnie od stopnia hermetyczności [9, 15]

Table 2 Requirements for microbiological laboratories, depending on the degree of containment [9, 15]

Wymagania	Stopnie hermetyczności			
	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
Oznakowanie stopnia hermetyczności	Tak	Tak	Tak	Tak
Oznakowanie stref zagrożenia ze znakiem biologicznego zagrożenia	-	Tak	Tak	Tak
Odpowiednia przestrzeń dla każdego pracownika	Tak	Tak	Tak	Tak
Pomieszczenia laboratoryjne oddzielone drzwiami	N ⁽¹⁾	Tak	Tak (automatycznie zamykane)	Tak (fizyczna izolacja)
Wejście przez służę powietrza	Nie	Nie	Dowolnie ⁽²⁾	Tak
Zaopatrzenie w okno obserwacyjne lub inne alternatywne rozwiązanie	Nie	Tak	Tak	Tak
Powierzchnie wodoszczelne, łatwe do mycia odporne na środki czyszczące	Tak (stół)	Tak (stół)	Tak (stół, podłoga)	Tak (stół, podłoga, ściany, sufit)
Umywalki	Tak	Tak	Tak	Tak
Umywalki uruchamiane bez użycia rąk	Dowolnie	Tak	Tak	Tak (w służie)
Natryski	Dowolnie	Dowolnie	Dowolnie	Tak (w służie)
Dezynfekcja rąk	Dowolnie	Tak	Tak	Tak
Przechowywanie odzieży laboratoryjnej wewnątrz laboratorium lub w szatni	Dowolnie	Tak	Tak	Tak
Wentylacja: • Urządzenie utrzymujące podciśnienie • Usuwanie powietrza przez filtry HEPA	Nie Nie	Nie Nie	Dowolnie Tak	Tak Tak (przez dwa filtry HEPA)
Nawiew powietrza poprzez filtry HEPA	Nie	Nie	Tak	Tak
Zainstalowanie systemu alarmowego w celu sygnalizowania niedopuszczalnych zmian ciśnienia	Nie	Nie	Tak	Tak
Uszczelnienie laboratorium pozwalające na dezynfekcję gazową	Nie	Dowolnie	Tak	Tak
Konstrukcja laboratorium pozwalająca na walkę z potencjalnymi przenosicielami, np. owadami i gryzoniami, kontrola	Nie	Dowolnie	Tak	Tak
Wypożażenie laboratorium we własny sprzęt	Nie	Nie	Tak	Tak
Wypożażenie w komorę bezpiecznej pracy mikrobiologicznej	Dowolnie	Dowolnie	Tak	Tak (III klasy)
Środki komunikowania z otoczeniem zewnętrznym, np. telefon umożliwiający porozumiewanie się bez użycia rąk	Nie	Nie	Dowolnie	Tak
Wypożażenie w autoklaw: • Zainstalowany wewnątrz laboratorium • Zainstalowany w laboratorium autoklaw z dwoma wejściami	Nie -	Nie -	Tak Dowolnie	- Tak
System usuwania odpadów: • Udokumentowany • Uwiarygodniony	Nie Nie	Tak Dowolnie	- Tak	- Tak
Inaktywacja ścieków	Nie	Dowolnie	Tak	Tak

⁽¹⁾ – Nie: brak wymagań,

⁽²⁾ – Dowolność: zastosowanie rozwiązania należy każdorazowo rozpatrzyć w oparciu o oszacowanie ryzyka w zależności od sytuacji

Tabela 3. Wymagane środki ochrony indywidualnej w zagrożeniach biologicznych [wg 12]

Zagrożenia biologiczne	Najczęściej zagrożone części ciała					
	Głowa			Kończyny górne	Kończyny dolne	Inne
	Twarz	Oczy	Drogi oddechowe	Dłonie	Stopy	Skóra
Szkodliwe bakterie	×	×	×	×	×	×
Szkodliwe wirusy			×	×	×	×
Grzyby		×	×		×	×
Biologiczne antygeny inne niż mikroorganizmy						×
Pierwotniaki i zwierzęta bezkręgowce			×			×

Table 3 The personal protective equipment required in biological hazard [12]

W ocenie narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne jest przyporządkowanie stopnia hermetyczności laboratorium zgodnie z zasadą, że szkodliwemu czynnikowi, np.: grupy 2 odpowiada stopień hermetyczności 2. Jeżeli przeprowadza się prace z wieloma czynnikami, o przyporządkowaniu do stopnia hermetyczności laboratorium decyduje ten czynnik, który jest zaklasyfikowany do najwyższej grupy zagrożenia.

Zestawienie grup ryzyka biologicznego z grupą bezpieczeństwa biologicznego laboratorium i przykładowymi drobnoustrojami należącymi do danej grupy ryzyka przedstawiono w tabeli 1.

Załącznik 4 i 5 do Rozporządzenia MZ z dnia 22 kwietnia 2005 r. przedstawia środki hermetyczności i stopnie hermetyczności dla laboratoriów, zwierzętarni, pomieszczeń izolacyjnych dla ludzi i zwierząt oraz w procesach przemysłowych w zależności od grupy zagrożenia.

Wymagania dla wszystkich stopni hermetyczności laboratoriów mikrobiologicznych przedstawiono w tabeli 2.

Środki ochrony indywidualnej i zbiorowej

Stopień hermetyczności decyduje o ustaleniu przez pracodawcę środków ochronnych zapobiegających lub redukujących przypadkowe przeniesienie lub uwolnienie czynnika biologicznego poza miejsce pracy [7]. Wymagania dotyczące rodzaju stosowania środków ochrony indywidualnej zależnie od charakteru zagrożenia, zawiera Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.08.2003 roku [13]. Zgodnie z tym dokumentem, środkami ochrony indywidualnej są wszystkie środki noszone lub trzymane przez pracownika w celu jego ochrony przed jednym lub większą liczbą zagrożeń, związanych z występowaniem niebezpiecznych lub szkodliwych czynników w środowisku pracy. Środki ochrony indywidualnej muszą zapewniać odpowiednią skuteczność zatrzymywania mikroorganizmów w materiale, ale także same nie powinny stanowić źródła zakażenia podczas stosowania przez pracowników (tabela 3).

Podstawowym środkiem zapewniającym oczyszczanie powietrza z wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń, w tym bioaerozoli, jest włóknina filtracyjna o odpowiedniej

charakterystyce, w zależności od skuteczności filtracji, tj. liczby cząstek mikroorganizmów wychwytywanych ze strugi powietrza w odniesieniu do ilości napływających cząstek. Może występować w postaci filtrów i półmasek filtrujących w wersji bez dodatkowego wspomagania przepływu powietrza, a także w wersji ze wspomaganie lub wymuszonym przepływem powietrza przez układ filtrów.

Ze względu na brak uregulowań dotyczących najwyższego dopuszczalnego stężenia dla bioaerozoli, opracowano wytyczne doboru klasy ochronnej filtrów i półmasek filtrujących stosowanych do ochrony przed bioaerozolami, w zależności od wielkości cząstek i grupy ryzyka zawodowego [14]. W tabeli 4 zamieszczono rodzaje masek dla grup ryzyka i wielkości cząstek bioaerozolu.

Ważnym elementem ochrony indywidualnej są rękawiczki chroniące zarówno przed substancjami chemicznymi, jak i mikroorganizmami. Jakość rękawiczek powinna spełniać wymagania normy PN-EN 374-2: 2005 [15].

W celu skutecznej ochrony przed czynnikami biologicznymi pracownikom, oprócz ochrony indywidualnej powinny być dostarczone środki ochrony zbiorowej, które zgodnie z definicją zawartą w Obwieszczeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.08.2003 roku przeznaczone są do jednoczesnej ochrony grupy ludzi, w tym i pojedynczych osób, przed niebezpiecznymi i szkodliwymi czynnikami występującymi pojedynczo lub łącznie w środowisku pracy [12,16]. Za środki ochrony zbiorowej uważa się rozwiązania techniczne stosowane w pomieszczeniach pracy, maszynach i innych urządzeniach.

Podstawowymi urządzeniami w laboratorium mikrobiologicznym, zmniejszającymi stopień narażenia pracowników i środowiska na szkodliwe czynniki biologiczne są komory bezpieczeństwa mikrobiologicznego – MSC (Microbiology Safety Cabinets). Są to wentylowane, obudowane miejsca, które chronią użytkownika przed aerozolami powstającymi w wyniku pracy z potencjalnie niebezpiecznymi i niebezpiecznymi mikroorganizmami i powietrzem. MSC zapewniają, że powietrze usuwane z laboratorium, odprowadzane do atmosfery jest filtrowane.

Tabela 4. Rodzaje masek stosowanych w zależności od wielkości cząstek bioaerozolu w grupach ryzyka

Wielkość cząstek bioaerozolu	Grupa ryzyka	Rodzaj masek i filtrów
Powyżej 1µm	1	Półmaski o niskiej skuteczności FFP1 lub filtry P1 kompletowane z półmaskami
<1µm; 0,5µm≥	1 lub 2	Półmaski o średniej skuteczności FFP2 lub filtry P2 kompletowane z półmaskami
<0,5µm; 0,3µm≥	3	Półmaski o najwyższej skuteczności FFP3 lub filtry P3 kompletowane z półmaskami lub maskami
	4	Konieczna izolacja dróg oddechowych. Stosowanie sprzętu specjalistycznego, np. aparaty węzowe podłączone do linii sprężonego powietrza lub aparaty powietrzne butlowe

Table 4. The types of masks used depending on the particle size of the bioaerosol in the risk groups

Norma PN-EN 12469:2002 wyróżnia trzystopniową klasyfikację komór bezpiecznej pracy mikrobiologicznej: MSC klasy I, II i III. Komory wszystkich klas zapewniają ochronę pracownika podczas wykonywania badań z niebezpiecznym materiałem biologicznym [17].

Komory klasy I, ze względu na dopływ do wnętrza komory powietrza nieoczyszczonego, bezpośrednio z pomieszczenia – ochrona produktu lub procesu przed skażeniem nie jest możliwa.

Komory klasy II służą do zapewnienia bezpieczeństwa pracy operatora oraz ochrony badanego materiału przed kontaminacją. Komory II klasy znajdują zastosowanie podczas prac z toksycznymi substancjami chemicznymi używanymi w badaniach mikrobiologicznych.

Komory klasy III zapewniają najwyższy poziom bezpieczeństwa ze względu na fakt, że przestrzeń robocza jest całkowicie zamknięta. Praca wewnątrz komory jest wykonywana poprzez barierę fizyczną – rękawice gumowe mechanicznie przymocowane do komory. Podczas pracy w komorze jest utrzymywane podciśnienie w stosunku do otoczenia, co stwarza dodatkowe bariery zabezpieczające przed wydostaniem się materiału biologicznego w przypadku zniszczenia fizycznych barier.

Komory klasy III są uważane za najlepszą ochronę personelu i są wymagane do pracy z czynnikami biologicznymi zaliczanymi do grupy 4 ryzyka biologicznego [18].

Podsumowanie

Przy oszacowaniu ryzyka zawodowego związanego z warunkami pracy ważne jest powiązanie czynnika

biologicznego z wykonywanymi czynnościami, bowiem na tych samych stanowiskach, ale w różnych warunkach, różnych zakładach pracy, zarówno zagrożenie biologiczne jak i poziom oszacowanego ryzyka mogą być różne. Sama obecność szkodliwego czynnika na danym stanowisku pracy nie decyduje o tym, że wszyscy pracownicy przebywający na tym stanowisku są jednakowo narażeni.

Zawsze należy zakładać potencjalną możliwość zagrożenia, gdyż nie ma bezpiecznych mikroorganizmów. Skutki ich działania mogą być funkcją stężenia komórek drobnoustrojów, warunków środowiska, a także wrażliwości pracownika, jego odporności immunologicznej.

Przy ograniczeniu ryzyka zawodowego związanego z ryzykiem bezpieczeństwa biologicznego zaleca się postępowanie zgodnie z zasadą „STOP”, którą należy rozumieć jako:

S – zastąpienie (*Substitution*), T – bezpieczeństwo techniczne (*Technical safety*), O – środki organizacyjne (*Organisation*), P – środki ochrony indywidualnej (*Personal safety*).

Należy podkreślić, że zmniejszenie lub prawie całkowite wyeliminowanie zagrożenia biologicznego dla zdrowia pracowników, jakości produktu, procesu oraz środowiska w laboratorium mikrobiologicznym jest ściśle związane z prawidłowo przeprowadzoną oceną ryzyka pracy, okresowo weryfikowaną, a także dostosowaniem zalecanych rozwiązań do rodzaju wykonywanej pracy i zdefiniowanych zagrożeń.

Piśmiennictwo / References

1. Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy.
2. Dyrektywa 2000/54/WE** Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 września 2000 r. w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników biologicznych w miejscu pracy (siódma dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG).
3. Rozporządzenie MZ z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz. U. Nr 81, poz. 716).
4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 lutego 2008r zmieniające rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz. U. Nr 48, poz. 288).
5. Bezpieczeństwo i higiena pracy w odniesieniu do czynników biologicznych w miejscu pracy. Projekt PHARE. <http://osha.europa.eu/fop/poland/pl/> (stan z dnia 04.05.2010).

6. Ryzyko w miejscu pracy stwarzane przez czynniki biologiczne: Sprostanie wymaganiom <http://osha.europa.eu/pl/seminars/> (stan z dnia 17.09.2010).
7. Zapór L, Gołofit-Szymczak M. Czynniki biologiczne w środowisku pracy – ocena ryzyka zawodowego. *Bezpieczeństwo Pracy* 2008;2:6–9.
8. Biuletyn z posiedzenia Rady Ochrony Pracy. Biuro Komisji Sejmowych. Nr 1639/V kad. 27.02.2007
9. Charkowska A. *Bezpieczna praca w laboratorium*. Chłodnictwo & Klimatyzacja 2008;1–2(116):86–95.
10. Beczka K, Zborowska H. (red.). *Higiena i bezpieczeństwo pracy w laboratorium. Praktyczny poradnik dla pracowników laboratoriów: medycznego, chemicznego i mikrobiologicznego*. 2009.
11. *Bezpieczeństwo biologiczne w pracowniach mikrobiologicznych i biomedycznych*. a-medica press. 2002.
12. Kazajda A, Szadkowska-Stańczyk I, Zielińska-Jankiewicz K. *Bezpieczna praca z mikroorganizmami. Mikrobiologia techniczna*. Libudzisz Z., Kowal K, Żakowska Z. (red.). Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2009;283–293.
13. Obwieszczenie ministra Gospodarki, Pracy i Polityki społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. (Dz.U. Nr 169 poz. 1650).
14. Majchrzycka K, Brochocka A. *Ochrona układu oddechowego przed bioaerozolami*. *Bezpieczeństwo pracy – nauka i praktyka* 2008;12:4–7.
15. PN-EN 374-2: 2005 Rękawice chroniące przed chemikaliami i mikroorganizmami – Część 2 Wyznaczenie odporności na przesiąkanie.
16. PN-EN 12128/Ap1:2001 Biotechnologia – Laboratoria badawcze, rozwoju i analizy – Stopnie hermetyczności laboratoriów mikrobiologicznych, strefy ryzyka i wymagania względem lokalizacji i bezpieczeństwa fizycznego.
17. PN-EN 12469 październik 2002 Biotechnologia – Kryteria działania komór bezpiecznej pracy mikrobiologicznej.
18. Charkowska A. *Komory bezpiecznej pracy mikrobiologicznej*. *Chłodnictwo & Klimatyzacja* 2008;5(119):84–90.

Adres do korespondencji / Mailing address:

Jadwiga Marczevska
Zakład Biochemii i Biofarmaceutyków
Narodowy Instytut Leków
ul Chełmska 30/34, 00-725 Warszawa
Tel: (48-22) 841 39 91 w 304
e-mail: jagodazlw@il.waw.pl