



# Bezpieczeństwo pracy w laboratorium mikrobiologicznym

Jadwiga Marczevska, Krystyna Mysłowska\*

Osoby zatrudnione w laboratorium mikrobiologicznym stanowią grupę pracowników, która w sposób zamierzony lub niezamierzony narażona jest na działanie szerokiego spektrum szkodliwych czynników biologicznych. W miejscu pracy mają oni do czynienia z drobnoustrojami chorobotwórczymi, i takimi które mogą być obojętne dla zdrowia personelu. Prowadzą także hodowle szczepów z kolekcji wzorcowych. Praca mikrobiologa wymaga dużej uwagi i ostrożności, a także przestrzegania procedur badawczych oraz przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

Jeśli zachowuje się podstawowe środki ostrożności i pracuje zgodnie z opracowanymi procedurami i instrukcjami, praca w laboratorium nie musi być połączona z niebezpieczeństwem, pomimo, że potencjalnie ono istnieje.

## Czynniki biologiczne

Czynniki biologiczne, w aspekcie narażenia na nie pracowników, zgodnie z unijną dyrektywą i polskim aktem prawnym to szkodliwe czynniki biologiczne mogące być przyczyną zakażenia, alergii lub zatrucia, obejmujące: drobnoustroje komórkowe, w tym zmodyfikowane genetycznie, jednostki bezkomórkowe zdolne

do replikacji lub przenoszenia materiału genetycznego (w tym zmodyfikowanego genetycznie), hodowle komórkowe, pasożyty wewnętrzne człowieka [1,2]. Za szkodliwe czynniki biologiczne w środowisku pracy uważa 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, czyli od:

- stopnia ciężkości choroby, którą mogą wywołać u pracownika,
- zdolności przetrwania w środowisku,
- dawki infekcyjnej oraz dróg przenoszenia,
- sytuacji epidemiologicznej w kraju,
- indywidualnych reakcji pracownika i dostępności do profilaktyki i leczenia [3].

Czynniki biologiczne wykazują specyfikę działania polegającą na braku stałej zależności pomiędzy ich stężeniem i 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, przez co niemożliwe jest ustalenie dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego [4].

## Bioryzyko i biobezpieczeństwo

Ryzyko mikrobiologiczne jest ściśle związane z bioryzykiem to jest z prawdopodobieństwem wystąpienia niekorzystnego wydarzenia, które może doprowadzić w konsekwencji do uwolnienia, przeniknięcia mikroorganizmu do otoczenia, w sposób przypadkowy lub celowy i spowodowania zakażenia człowieka.

Ocenę bioryzyka przeprowadza się poprzez analizę ryzyka biobezpieczeństwa biologicznego w laboratorium, wystąpienia przypadkowych zakażeń oraz analizę ryzyka bezpieczeństwa biologicznego związanego z dostępem osób nieupoważnionych, utratą, kradzieżą, nadużyciem materiału biologicznego.

Termin *biobezpieczeństwo w laboratorium*, opisuje procedury, technologie i działania prowadzone w celu uniknięcia niezamierzonego narażenia na czynniki chorobotwórcze i toksyny, lub ich przypadkowego uwolnienia.

*Bezpieczeństwo biologiczne* w laboratorium to ochrona, kontrola, odpowiedzialność za cenne materiały biologiczne w laboratoriach, w celu zapobieżenia niedozwolonemu dostępowi do nich, utracie, kradzieży, nadużyciu, dywersji lub celowemu uwolnieniu. Bezpieczeństwo biologiczne jest terminem opisującym zasady kontroli, technologie i praktyki, które zostały wprowadzone, by zapobiec niezamierzonemu narażeniu pracowników laboratorium na kontakt z patogenami i toksynami lub ich przypadkowe uwolnienie.

Aby zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia bioryzyka w laboratorium mikrobiologicznym należy nim odpowiednio zarządzać poprzez wybór odpowiedniej strategii działania po przeprowadzonej analizie ryzyka.

W dokumencie WHO z roku 2006 zatytułowanym „Zarządzanie bioryzykiem: przewodnik bezpieczeństwa biologicznego w laboratorium”, przedstawiono koncepcję zminimalizowania lub zapobiegania wystąpienia i skutkom błędów ludzkiego w laboratorium poprzez określenie sposobu podejścia do zarządzania bioryzykiem, na które składa się bezpieczeństwo biologiczne i biobezpieczeństwo w laboratorium [5].



Tabela 1. Wymagania dla laboratoriów mikrobiologicznych, zależnie od stopnia hermetyczności [9]

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 <sup>(1)</sup>	Tak	Tak (automatycznie zamykane)	Tak (fizyczna izolacja)
Wejście przez służę powietrza	Nie	Nie	Dowolnie <sup>(2)</sup>	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
Wyposażenie laboratorium we własny sprzęt	Nie	Nie	Tak	Tak
Wyposażenie 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
Wyposażenie 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

### Sposoby zminimalizowania ryzyka mikrobiologicznego

W celu zminimalizowania wystąpienia ryzyka mikrobiologicznego konieczne jest zapewnienie bezpiecznych warunków pracy w laboratorium, czyli przestrzegania zasad

Dobrych Technik Mikrobiologicznych (DTM), które dotyczą wyposażenie laboratorium w odpowiedni sprzęt, stosowania odpowiednich technik laboratoryjnych oraz świadomego przestrzegania zasad bezpiecznej pracy z mikroorganizmami.

Właściwe techniki laboratoryjne i odpowiednie wyposażenie stanowią tzw. ochronę pierwotną zarówno personelu jak i środowiska laboratorium. Ochronę wtórną, zabezpieczenia środowiska laboratorium stanowi odpowiednio zaprojektowane la-

boratorium oraz opracowanie procedur postępowania. Odpowiedni udział elementów ochrony pierwotnej i ochrony wtórnej w środowisku pracy powinien być brany pod uwagę przy ocenie ryzyka związanego z pracą z konkretnymi drobnoustrojami.



Tabela 2. Zestawienie grup ryzyka biologicznego i hermetyczności laboratoriów [wg 8]

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

Jedynym kryterium określania grupy ryzyka czynników biologicznych jest zdolność wywołania chorób zakaźnych. Na tej podstawie wyodrębniono 4 grupy zagrożenia (ryzyka) [2, 6].

- Grupa 1. Czynniki, przez które wywołanie chorób u ludzi jest mało prawdopodobne.
- Grupa 2. Czynniki, które mogą wywołać choroby u ludzi, mogą być niebezpieczne dla pracowników, ale rozprzestrzenianie ich w populacji ludzkiej jest mało prawdopodobne. Zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia.
- Grupa 3. Czynniki, które mogą wywołać u ludzi ciężkie choroby, są niebezpieczne dla

pracowników, a rozprzestrzenianie ich w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne. Zazwyczaj istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia.

– Grupa 4. Czynniki, które wywołują ciężkie choroby u ludzi, są niebezpieczne dla pracowników, a rozprzestrzenianie ich w populacji ludzkiej jest bardzo prawdopodobne. Zazwyczaj nie istnieją w stosunku do nich skuteczne metody profilaktyki lub leczenia.

Rozporządzenie MZ z dnia 22 kwietnia 2005 r. zawiera wykaz szkodliwych czynników biologicznych ze wskazaniem jaką grupę ryzyka stanowią. Dla tych grup zagrożenia ustalono stopień

hermetyczności laboratorium i środki hermetyczności jakie należy stosować aby praca z tymi drobnoustrojami była bezpieczna.

W ocenie stopnia narażenia na szkodliwe czynniki biologiczne jest przyporządkowanie stopnia hermetyczności laboratorium zgodnie z zasadą, że szkodliwemu czynnikowi np.: grupy 2 odpowiada stopień hermetyczności 2.

W Załączniku nr 4 do Rozporządzenia MZ przedstawiono środki hermetyczności i stopnie hermetyczności dla laboratoriów, zwierzętarni, pomieszczeń izolacyjnych dla ludzi i zwierząt [2].

Tabela 1 zawiera wymagania jakie powinno spełniać labo-

ratorium mikrobiologiczne o określonym stopniu hermetyczności.

Do najważniejszych elementów ochrony należy ściśle przestrzeganie procedur i technik laboratoryjnych, świadomość możliwości wystąpienia zagrożeń osób pracujących z materiałem zakaźnym (i potencjalnie zakaźnym) jak również przeszkolenie i sprawne stosowanie procedur oraz technik do pracy z takim materiałem. Ważne jest przygotowanie odpowiednich dla laboratorium instrukcji bezpieczeństwa, które identyfikują zagrożenie, określają sposób działania

w celu zminimalizowania lub wyeliminowania narażenia. Tak więc wybór odpowiedniego zakresu ochrony pierwotnej i wtórnej dla pracowników laboratorium mikrobiologicznego zależy od stopnia hermetyczności czy też tzw. poziomu bezpieczeństwa biologicznego (*Biosafety Level -BSL*) do jakiego laboratorium jest zakwalifikowane.

Podział został wprowadzony i zaakceptowany przez CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) i dotyczy jednostek, które pracują lub kontaktują się z określonymi biologicznymi czynnikami chorobotwórczymi lub które powinny zachować izola-

Tabela 3. Wymagane środki ochrony indywidualnej w zagrożeniach biologicznych [wg 9]

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



cję 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 [7].

Zestawienie grup ryzyka biologicznego z grupą bezpieczeństwa biologicznego laboratorium wraz z przykładowymi drobnoustrojami należącymi do danej grupy ryzyka przedstawiono w tabeli 2.

Laboratorium należące do odpowiedniej grupy ryzyka musi spełnić ustalone wymagania higieniczno-sanitarne, których stopień restrykcji zależy od poziomu bezpieczeństwa biologicznego.

Wymagane jest również, aby laboratoria zaliczane do grupy 2 zagrożenia były oznakowane znakiem biologicznego zagrożenia [Rys.1] [2].

Przy oszacowaniu ryzyka zawodowego związanego z warunkami pracy ważne jest aby czynnik biologiczny był powiązany z rodzajem wykonywanych czynności ze względu na fakt, że w różnych warunkach, w różnych zakładach pracy zarówno zagrożenie biologiczne jak i poziom oszacowanego ryzyka może być różny. Sama obecność szkodliwego czynnika na danym stanowisku pracy nie decyduje o tym, że wszyscy pracownicy są jednakowo narażeni.

Zawsze należy zakładać potencjalną możliwość zagrożenia, gdyż nie ma bezpiecznych mikroorganizmów.

Na pracodawcach spoczywa obowiązek dokonywania oceny zagrożeń biologicznych

w miejscu pracy oraz wdrażania na podstawie oceny ryzyka odpowiednich środków zapobiegawczych mających na celu ochronę pracownika przed narażeniem biologicznym w miejscu pracy.

#### Literatura

[1] 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).

[2] Rozporządzenie Ministra zdrowia z dnia 22 kwietnia

## MIKROSKOPY BIOLOGICZNE

# MIKROSKOPY BIOLOGIC

**PRECOPTIC Co.**

ul. Arkuszowa 60, 01-934 Warszawa  
tel./fax (22) 835-54-73, 834-12-25  
<http://www.precoptic.pl>, e-mail: [precoptic@precoptic.pl](mailto:precoptic@precoptic.pl)



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. 216 z p. zmianami).

[3] Szadkowska-Stańczyk I. z posiedzenia Rady Ochrony Pracy (Nr 7). Kancelaria Sejmu Biuro Komisji Sejmowych *Biuletyn* Nr 1639/V kad. 27.02.2007 r.

[4] Ryzyko w miejscu pracy stworzone przez czynniki biologiczne: Sprostanie wymaganiom. <http://osha.europa.eu/pl/seminars>.

[5] Biorisk management. Laboratory biosecurity guidance. WHO wrzesień 2006 r.

[6] Beczka K., Zborowska H. (red.) Higiena i bezpieczeństwo pracy w laboratorium. Praktyczny poradnik dla pra-

cowników laboratoriów: medycznego, chemicznego i mikrobiologicznego 2009 r.

[7] Bezpieczeństwo biologiczne w pracowniach mikrobiologicznych i biomedycznych. a-medica press 2002 r.

[8] Charkowska A. Bezpieczna praca w laboratorium. Chłodnictwo & Klimatyzacja 2008; 1-2(116): 86-95.

[9] Kazajda A., Szadkowska-

-Stańczyk I., Zielińska-Jankiewicz K.: Bezpieczna praca z mikroorganizmami. Mikrobiologia techniczna. Redakcja naukowa: Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009 r., str. 283-293.

\* *Dr Jadwiga Marczevska – jmarczewska@interia.pl, mgr Krystyna Mysłowska – krystynamyslowska@gmail.com*

## Staraniem zarządu Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych ukazał się **Biuletyn Informacyjny**, w którym bazując na normie ISO 13528:2005, omówiono metody statystyczne wykorzystywane przy opracowywaniu wyników badań biegłości.

We wstępie prezes Klubu Krystyna Krzyśko napisała:

[...] Celem niniejszego biuletynu jest przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat metod statystycznych wykorzystywanych przez organizatorów porównań międzylaboratoryjnych do oceny biegłości. Omówiono przede wszystkim zagadnienie związane z planowaniem badań biegłości, oceny jednorodności i stabilności próbek testowych, wyznaczaniem wartości przypisanej i jej niepewności, wyznaczaniem wartości odchylenia standardowego do oceny biegłości oraz obliczania i wykorzystywania wskaźników statystycznych. Omówione zostały również metody graficzne dostosowane do prezentacji oraz oceny wyników. Jednym słowem przedstawiono szczegółowy przegląd metod statystycznych, zwrócono uwagę na ich zalety i ograniczenia, a poszczególne zagadnienia zostały zilustrowane przykładami.

[...] opracowanie zostało wykonane na podstawie informacji zawartych w aktualnie dostępnym wydaniu normy ISO 13528:2005. Wprawdzie właściwe gremia międzynarodowe pracują nad uaktualnieniem tej normy, to jednak przewidywane zmiany nie będą dotyczyły podstawowej zawartości merytorycznej, poza tym termin ewentualnego nowego wydania normy nie jest znany i należy przypuszczać, że będzie dosyć odległy.



Biuletyn można nabyć w sekretariacie Klubu POLLAB, tel. 22 464 55 03, więcej informacji na stronie [www.pollab.pl](http://www.pollab.pl) w zakładce Publikacje.

